G 4460 EX

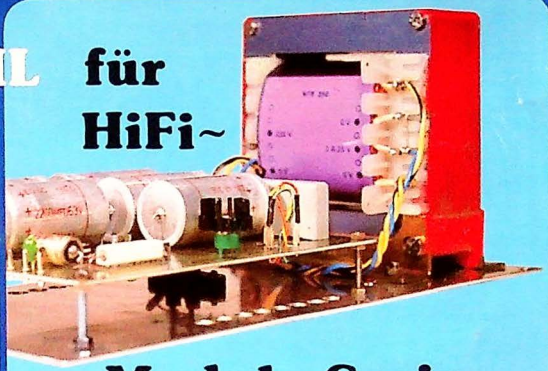
Populäre Elektronik

Dezember 1978

12/78

DM 3,–
ös 25,–/sfr 3,50/lfr 52,–

• NETZTEIL für HiFi~



25 V/2 A stabilisiert

± 30 V/3,5 A unstabilisiert

Modul-Serie

WEITERE BAUBESCHREIBUNGEN

723 *IC-Anwendungen*

Einführung in die Verstärkertechnik

POWER BLINK ZENTRALE

MONITOR-VERSTÄR-KER 2 x 3 WATT

electronic-hobby-shop

Inhaber U. VOIT

Bestückungssortimente - Bausätze - Bauelemente

Kaiserstraße 20 · 5300 Bonn 1 · Telefon: 02221/639990 «223890»

Die Knüller aus PE.

TTL-Trainer

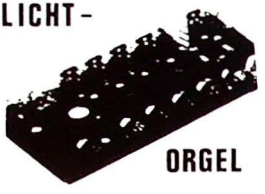
Bauteilesortiment einschl. Trafo, IC-Fassungen, Lotnägel und Steckstiften sowie farbigen Kabelstücken ..... **DM 52,00**
orig. PE-Platine ..... **DM 29,00**
Gehäuse TEKO P/4 ..... **DM 10,75**
Komplettbausatz
wie oben ..... **nur DM 89,00**

Super-Spannungs-Quelle
Bauteilesortiment einschl. Trafo, ICs, Zeigerknöpfen usw. ..... **DM 79,80**
Al-Profilgehäuse, gebohrt und bedruckt, mit
Kühlkörper als Rückwand ..... **DM 39,80**
Meßgerät 0-30 Volt ..... **DM 17,90**
Meßgerät 0-3 Ampere ..... **DM 16,90**
orig. PE-Platine ..... **DM 13,10**
Komplettbausatz mit sämtlichen Teilen wie oben aufgeführt ... **nur DM 148,00**

ARMBANDRECHNER

Armbandrechner 8stellige Anzeige mit vielen Funktionen: + – . : √% 1/x x2 und Speicher; einfacher elektronischer Aufbau.

LICHT-ORGEL



N-Kanal-Lichtorgel
Alles für die SUPER LIGHT SHOW! Jeder Bausatz enthält sämtliche Teile zum Aufbau einschl. schwarzer Zeigerknöpfe für die Potis.

Bauteile **Basisschaltung** einschl. Netzkabel, 3adrig und
DIN-Lautsprecherbuchse ..... **DM 20,80**
orig. PE-Platine ..... **DM 8,30**
Komplettbausatz ..... **DM 25,80**

Kanalprint – Bauteile – bei Bestellung bitte Frequenz angeben, 20 Hz ist nicht lieferbar ..... **DM 12,70**
orig. PE-Platine ..... **DM 5,00**
Komplettbausatz ..... **DM 16,70**
Pausenkanal, Baut ..... **DM 11,50**
orig. PE-Platine ..... **DM 5,00**

LICHTORGEL-KOMBINATIONEN

3-Kanal-Lichtorgel, komplett mit Prints, 1 x Hauptschaltung und drei Kanälen, Frequenz auf Wunsch ..... **DM 64,80**

PE MODUL-SERIE HI-FI
Gehäuse aus Al-Profilen, mit Gleitmutterkanälen zur Aufnahme der auf die Frontplatte montierten Module, mit kompletter Rückwand
PE-GSA 30 (30 cm breit) ... **DM 44,65**
PE-GSA 50 (50 cm breit) ... **DM 59,90**
50 Gleitm. in Kunststoff ... **DM 5,90**
50 Kreuzschlitzschrauben ... **DM 2,95**

Bausätze enthalten stets alle Teile zur Bestückung von Platine und Frontplatte (gem. der jeweiligen Stückliste in PE

50-Watt-Verstärker Bauteile einschl. Netzteil für beide Kanäle, sonst mono lt. Stückliste
in PE 3 (Jan. 77) ... **DM 106,70**
orig. Platine ... **DM 10,95**
Baut. f. zweiten Kanal ... **DM 57,50**
Frontpl. schw. o. silber ... **DM 41,95**

Neuheiten aus diesem Heft: Preise und Liefermöglichkeiten auf Anfrage.

MESSMODULE

Messmodule Alle übrig. Module
Sinusgenerator ab Lager lieferbar

Kompletter Bausatz mit Bauteilen, orig. P.E.-Platine und Frontplatte **DM 54,00**
Komplettpreis=Sparpreis, hier ... **DM 4,90**
Einzelpreise lt. Anzeige in P.E.4/78.

Rechteckzusatz
komplettes Bauteilesortiment incl. P.E. Platine und Frontplatte **DM 33,85**
Einzelpreise lt. Anzeige in P.E.4/78.

Digital-Voltmeter
bestehend aus Bauteilen für DVM-Modul und DC-Volt-Vorteiler einschl. beider Platinen und Frontplatten orig. P.E.
PE 0678-31 ..... **DM128,00**
auch einzeln erhältlich: **DM74,50**
Baut. DVM-Modul PE0678-32
Baut. DC-Volt PE0678-33 **DM12,90**
Platinensatz DVM-Modul und DC-Volt PE0678-34 **DM19,35**
Frontplatte DVM PE0678-35 **DM19,50**
Frontplatte DC-Volt PE0678-36 **DM9,15**

Ohm-Vorsatz
Kompletter Bausatz mit Bauelementen, P.E.-Platine und Frontplatte
PE 0778-11 ..... **DM 32,50**
Bauteile einzeln PE 0778-12 ... **DM 15,90**
Orig. PE-Platine PE 0778-13 .... **DM 7,85**
Frontplatte PE 0778-14 ..... **DM 10,20**

Populäre Elektronik 12/78

3. Jahrgang Nr. 12, Dezember 1978 — POPULÄRE ELEKTRONIK erscheint monatlich

Populäre Elektronik erscheint im
M + P Zeitschriften Verlag
Winterhuder Weg 29 - 2 Hamburg 76
Telefon 040/220 15 66-69

Verantwortlicher Redakteur
M.H. Kalsbach

Redaktion
J. Kattekamp, W. Leiner, J. Palmen,
J. Pas, J. Verstraten

Verlagsleitung
C. Grötzschel

Anzeigenverwaltung
M + P Zeitschriften Verlag
Winterhuder Weg 29 - 2 Hamburg 76
Telefon 040/220 15 66-69
Telex MEPS 21 38 63
Zur Zeit ist Anzeigenpreisliste
Nr. 4 gültig

Druck
Locher KG, 5000 Köln 30

Vertrieb
IPV Inland Presse-Vertrieb GmbH
Wendenstraße 27-29 - 2 Hamburg 1
Telefon: 040/24861 - Telex:2162401

Abonnement
Inland 12 Ausgaben DM 29,80 inkl.
Bezugsgebühren, Ausland DM 34,80

Konten:
Vereins- und Westbank AG Hamburg
Nr. 43/09167; Postscheckkonto Hamburg 33 22 87 - 208

Auslandsvertretungen
Österreich: Messner Ges.mbH, Liebhartsgasse 1, A-1160 Wien, Telefon 0222/92 54 88, 95 12 65
Schweiz: SMS - Elektronik, Kölliker-str. 121, CH-5014 Gretzenbach, Telefon 064/ 41 41 55

Alle in POPULARE ELEKTRONIK veröffentlichten Beiträge stehen unter Urheberrechtsschutz. Die gewerbliche Nutzung, insbesondere der Schaltpläne und gedruckten Schaltungen, ist nur mit schriftlicher Genehmigung des Herausgebers zulässig. Die Zustimmung kann an Bedingungen geknüpft sein. Alle Veröffentlichungen erfolgen ohne Berücksichtigung eines eventuellen Patentschutzes. Warennamen können geschützt sein, deshalb werden sie ohne Gewährleistung einer freien Verwendung benutzt. Für unverlangt eingesandte Manuskripte und Geräte kann keine Haftung übernommen werden. Rücksendung erfolgt nur, wenn Porto beigefügt ist. Die geltenden gesetzlichen und postalischen Bestimmungen hinsichtlich Erwerb, Errichtung und Betrieb von Sendeeinrichtungen aller Art sind zu beachten. Der Herausgeber haftet nicht für die Richtigkeit der beschriebenen Schaltungen und die Brauchbarkeit der beschriebenen Bauelemente, Schaltungen und Geräte.

©by POPULARE ELEKTRONIK

In dieser Ausgabe:

	Seite
VORWORT Über elektronische Bauelemente	**11**
MONITOR – VERSTÄRKER 2 x 3 Watt für zahlreiche Einsatzzwecke	**12**
VERSTÄRKEN MIT TRANSISTOREN Einführung in die Verstärker-Technik	**24**
ZWISCHEN – VERSTÄRKER Einzel-Transistorstufe zur Pegelanpassung	**32**
BAUELEMENTE MKM's, MKH's und andere MK's	**38**
POWER BLINKZENTRALE Modellbau: 2x1,5 A-Blinker im Gegentakt	**40**
IC 723 Anwendungen eines Stabilisator-ICs	**52**
NETZTEIL A 25 Volt stabilisiert, 2 Ampere	**62**
NETZTEIL B +/– 30 Volt unstabilisiert, 2x3 Ampere	**67**
MODULSERIE 1: HIFI – MODULE Die Stromversorgung	**69**
JAHRES – INHALTSVERZEICHNIS 1978	**71**
HITPARADE Ihr Schaltungswunsch im P.E.-Programm	**75**
INSERENTENVERZEICHNIS	**9**

P.E. Print-Shop

Auswahl der zur Zeit lieferbaren P.E.-Prints:

	Bestellzeichen	Preis
Ausgabe Nr. 1		
FBI-Sirene	SI-a	4,35
Transitest	TT-a	6,75
Elektro-Toto-Würfel	DS-a	6,60
Ausgabe Nr. 2		
Cabophon	CF-a	6,30
Spannungsquelle	GV-a	11,60
MIKRO-Experimentalprogramm	MI-a	8,50
	MI-b	4,95
Ausgabe Nr. 3		
50-Watt-Modul	PA-a	10,95
Kassette im Auto	KS-a	3,25
Ausgabe Nr. 4		
Codeschloß	ES-a	7,15
LED-VU-Meter	VU-a	9,35
Ausgabe Nr. 5		
Puffi	BU-a	6,40
Minimix	MM-a	12,90
Tremolo-Modul	TR-a	13,85
Ausgabe Nr. 6		
Leslie-Modul	TR-b	6,35
Signal-Tracer	SV-a	13,85
TV-Tonkoppler	TV-a	12,55
Ausgabe Nr. 7		
TTL-Trainer	DT-a	29,00
Basisbreite-Modul	BB-a	9,10
Ausgabe Nr. 8		
Loudness-Filter-Modul	FV-a	9,70
Mini-Uhr m. Maxi-Display	DK-c/d	10,95
Superspannungsquelle	SQ-a	13,10
Ausgabe 1/78		
Sinusgenerator (Modul)	SG-a	14,10
n-Kanal-Lichtorgel		
Basisprint	LO-c	8,30
Kanalprint	LO-d	5,00
Lichtdimmer	LD-a	6,80
Ausgabe 2/78		
Rauschfilter-Modul	RF-a	8,90
Goliath-Display (Anzeige)	UD-a	5,50
(Zählerprint)	UD-b	5,50
Pausenkanal f. n.Kanal-Licht.	LO-e	5,00
Ausgabe 3/78		
Rechteckzusatz zum Sinusgen.	SW-a	7,80

	Bestellzeichen	Preis
Ausgabe 4/78		
O.P.A.	OP-a	5,35
Logic-Probe	LT-a	5,05
Hall-Modul	RV-a	8,90
Ausgabe 5/78		
Digital-Meter (Modul)	DM-a/b	19,35
Peacemaker	PM-a	5,90
Ausgabe 6/78		
Sensorschalter	TT-b	10,20
L.E.D.S.	LE-a	6,90
Digital-Analog-Timer	UT-a	18,00
Ausgabe 7/78		
Ohm-Meter (Modul)	DM-c	7,85
Würfeln mit Goliath	UD-c	6,10
Elektronisches Tauziehen	EG-a	14,25
Ausgabe 8/78		
H.E.L.P.	UP-a	22,50
Zener-Tester	ZT-a	7,70
INFRAROT-Sender	IR-a	5,90
Empfänger	IR-b	11,80
Ausgabe 9/78		
Syndiatape	SY-a	14,70
Schwesterblitz	FL-a	4,50
Das kontaktlose Relais	RY-a	4,90
Ausgabe 10-11/78		
Regensonde	RB-a	8,80
Intervallschalter	WA-a	11,10
Akkulader	AK-a	11,10

P.E.-Prints sind im Fachhandel erhältlich. Lieferung erfolgt auch gegen Vorauszahlung auf Postscheckkonto **Hamburg, 33 22 87 - 208, M + P Zeitschriften Verlag**

Print-Vertrieb für die Schweiz:
SMS-Elektronik, Köllikerstr. 121, CH-5014 Gretzenbach, Tel. 064/41 23 61

Print-Vertrieb für Österreich:
Messner & Co., Liebhartsgasse 1, A-1160 Wien, Tel. 0222/92 54 88,95 12 65

Bücher für den Hobby - Elektroniker

Elektronik - leichter als man denkt. Für den absoluten Anfänger. 272 Seit., 175 Abbild. DM28,00	Der Weg zum Hobby-Elektroniker Hilft dem Anfänger auf die Sprünge. 264 Seit., 220 Abb. DM28,00	Elektronik ohne Ballast Für Lernende und Techniker 327 Seiten, 662! Abbild., DM30,00
TTT - Transistoren-Taschen-Tabelle. 23000 Trans., 414 Seit. 410 Abbild. DM19,00	DVT - Große Dioden-Vergleichs-Tabelle. 8000 Dioden. 416 Seit., 100 Abb. DM28,00	Intern. Transist.- Vergleichsliste. 13000 Transist., 213 Seit., 180 Abb. DM19,80
Funk im Auto Beschreibt alle vier Mobilfunk - Systeme. 144 Seiten, 13 Abbildungen. DM14,80	Wie liest man eine Schaltung? Für Schulabgänger, Berufsanfänger. 106 Seit., 56 Abb., 20 Tabellen. DM7,80	Fernsehservice leicht gemacht Alle Fabrikate. Für Techniker und weniger Geübte. 160 Seit., 18 farb. Schirmfotos. DM9,80

Versand ein oder mehrerer Titel DM1,50. Lieferung auf Rechnung. Ausland nur Vorauskasse.

TECHNIK-Versand - BUCHHANDEL, Reinhard Wagner, Postfach 264, 3340 Wolfenbüttel

Diese Information ist wichtig!

Im Lauf des Monats Dezember 1978 erhalten alle unsere **Abonnenten** die Abonnementrechnung für das Jahr **1979.**

Mit der rechtzeitigen Zahlung dieser Abonnementrechnung verlängert sich das Abonnement um ein weiteres Jahr. Der Abonnementpreis für 1979 beträgt DM 29,90 (inkl. MwSt., Porto- und Versandkosten) für 12 Hefte.

Bitte beachten Sie: Nur bei möglichst umgehender Zahlung des Rechnungsbetrages ist eine störungsfreie Belieferung gewährleistet.

Der Tip

Kein technischer Tip; trotzdem bringt er Ihnen im kommenden Jahr Monat für Monat interessante Technik in's Haus.

Werden Sie P.E.-Abonnent. Schicken Sie die eingeheftete Bestellkarte oder eine Postkarte an **M+P Zeitschriften Verlag, Winterhuder Weg 29, 2000 Hamburg 76.**

Hier finden Sie, wonach Sie schon lange suchten.

Über 100 Typen NC-u. Blei-Gel-Akkus u. Ladegeräte • Riesenauswahl Mikrofone, Mikrofonkapseln, Mischpulte etc. Faulhaber u. Bühler-DC-Kleinmotoren Wolfram-Vanadium-Fräser und -Bohr-Werkzeuge für Platinenbearbeitung. Sonderliste für DM 1,80 in Marken.

DEV. PEIN **Düsseldorfer Elektronik-Versand R.Pein. Kirchfeldstr. 48 • 4 D´dorf-1**

Hier finden Sie, wonach Sie schon lange suchten.

Bei Listenanforderung bitte Zeitschrift und Nr. angeben.

SPITZENORGELN
ZUM SELBSTBAU

Farbkatalog gratis anfordern!

Dr. Böhm
4950 Minden, Postf. 2109 /PE78

bb
bauteile-bechert

Elektronik - Funk - Modellbau
Besuchen Sie uns in unseren neuen Verkaufsräumen
Kolkstr. 3 in 2840 Diepholz 1
Geschäftszeiten:
täglich 8.30-13.00 u. 14.30-18.15
mittwochs geschlossen
Eßmannskamp 26 - Postfach 11 28
2840 Diepholz 1 - Tel.05441/5805

AG
Laufend Sonderangebote zu
MINIPREISEN
PERTINAX FOTOPOS. 100×160 2/1,80
74147 1,40 - NE555V 0,80 - LED 5 MM
QE 0,33 - WID1/4W 5% 0,05 - BC107B
0,35 - 2N1613 0,45 - U.S.W.
1,30
PREISLISTE KOSTENLOS
A. Godderz Postf. 1142 533 Königswinter 1

Unglaublich
aber wahr: Für nur DM 10,- (Schein beifügen) erhalten Sie **100 Markenwiderstände** gut sortiert, 10Stck. BC 547B, 10Stck. 1N 4148, unseren Katalog 79 mit vielen **tollen Preisen und ein Überraschungsangebot!** Unbedingt noch heute bestellen!
Michael Altmann, Postf. 1143
6200 Wiesbaden

Einsteigen in die Elektronikdimensionen von morgen.

Ab jetzt bauen Sie (ohne Spezialkenntnisse) das, was Sie schon immer wollten: Problemlos zu bauen.
Wollen Sie nuklear/Kosmische Strahlung sehen? Die selbstgebaute Nebelkammer (Kosten ein paar Mark) ermöglicht es jetzt. Oder ein eigener Laser. (Milliwatt bis zu 1Million Watt Spitzenleistung). Elektrische Fischfanggeräte, Antispionagegeräte, Nachtsichtgeräte, Selbstverteidigung (Schockstäbe)...Wasser atomisieren, gigantische Blitze erzeugen, Atome zertrümmern..... ..... Und unser besonderes Plus: Sollten Sie Probleme mit der Beschaffung einzelner Teile (z.B. Rubine für Ihren Laser) entstehen, können Sie das Problem vergessen. Auf Anfrage teilen wir Ihnen mit, wo Sie das gewünschte Teil günstig erwerben können.
Fordern Sie den Katalog mit den einmaligen Möglichkeiten für Sie gegen eine Schutzgebühr von DM 5,00 (Schein beifügen) bei uns an. Und eröffnen Sie sich die Hobbywelt von morgen.

Hannelore Kriesell, Überseeimporte,
Postfach 170323-A, 8500 Nürnberg 17

Amateurfunk

Ausbildung bis zur Funklizenz für weltweiten Funkverkehr durch anerkannten Fernlehrgang oder 3-wöchigen Intensivlehrgang. Bitte kostenlose Information anfordern beim ISF-Lehrinstitut, 28 Bremen 34, PF 7026/AF104

Sammel-mappe

für POPULÄRE ELEKTRONIK Eine stabile und repräsentative Sammelmappe bringt Ordnung in Ihre PE-Hefte.
Farbe: Rot, Preis: DM 10,80. Für Ihre Bestellung benutzen Sie bitte die eingehefte Bestellkarte.

IMPO-VERTRIEB Joachim Bohne
7302 Ostfildern 3 Falkenstr. 6

Basismaterial-Chemikalien-Bauelemente
Auszug aus unserer Preisliste 4/78:
Basismaterial
1,5mm 35my Cu in Epoxyd(Ep) und Hartpapier(Ep) unbeschichtet und positiv Beschichtung m Schutzfolie

unbeschichtet	**PositivEP**	**PositivHp**
75x100 -,50	DM 1,-	DM -,80
80x150 -,75	DM 1,50	DM 1,20
100x100 -,60	DM 1,30	DM 1,--
100x160 -,95	DM 2,--	DM 1,60
160x200 1,85	DM 4,10	DM 3,20

Sonderangebot
50 x200 positiv Streifen für kl. Schaltungen mit Schutzfolie, 4er-Pack DM 5,00.
Chemikalien
Ammoniumpers. 250g -,80;500g 1,50; 1000g nur DM 2,50!
Eisen III 1,-- 1,80 3,40
Ätznatron 140g 1,50 ;250g2,50;500g 4,--
Chem. Zinnbad · 1000ml DM 12,50
Sonderangebot bis 20.12.1978
50 Skalendioden (je 25 rot/25grün **DM 11,00**
50 LEDs 3 od.5mm(je25rot/25grün) **DM 12,00**
Preisliste kostenlos anfordern - m. positiver Musterplatte 80x150 DM 2,00 in Briefmarken. Mindestbestellwert DM 20,00 zuzügl. DM 4,50 NN-Kosten.

INSERENTEN VERZEICHNIS

Altmann 6
Bechert 6
Dr. Böhm. 6
DERPE-Verlag . . . . . 4, 5, 6, 10, IV
DEV. 5
Electronic-Hobby-Shop II
Heck-Electronics. . . . . .57, 78, III
Hobby-Elektr.-Versand. 9
IMPO-Vertrieb 6
ISF. 6, 9
Keitel 9
Kriesell 6
Schuberth 76, 77
Stoll 9
Wagner 5

Ausbildung zum Fernsehtechniker

als Haupt- oder Nebenberuf mit Farbfernsehtechnik und Reparatur-Praktikum durch bewährten Fernlehrgang. 9 Prüf- und Meßgeräte als Bausatz werden mitgeliefert. Information kostenlos vom ISF-Lehrinstitut, 28 Bremen 34, Postf. 7026/FK18

ACHTUNG!!!
Hobbyelektroniker

Sehr preisgünstige Transist.zu verkaufen. Beisp.: **2N 3055 1,50; BC 107 0,55 alle A,B u. C.** Verk. auch in kleinen Mengen. Gegen DM 1,50 Preisliste anf. Verkauf nur per NN. **Hobby-Elekt. Versand, Postf.1325 5568 DAUN**

DER HIT!

Bastelkiste gefüllt mit ICs, Transistoren, LEDs usw. in einer Zusammenstellung wie jeder Bastler sie braucht. **NUR 35,- DM. Nur Markenfabrikate!** Bei Nichtgef. Rückgabe. Versand p.NN.
A. KEITEL Electronic-Vertrieb Postfach 1924 2350 NEUMÜNSTER

DVM 3 1/2 digit +/- 0,2 oder 2V
Linearität: 0,02%, Stabilität 10 ppm, Automatischer Nullpunkt, Polarität und Überlauf.
11mm LED, R_i) 1000MΩ
U: +/- 5.....9 Volt
Bausatz 65,00 DM A-4b Fertigteil 79,00DM
Konverter für alle DVM mit AC/DC + mit Netzteil. Diese Platine erweitert alle DVM zum Multimeter.
A, V, Ω 0,2; 2,20,200,2000 mA,V,kΩ, R_i= 11MΩ 1%, TK 50
Bausatz 79,00 DM A-4c Fertigteil 79,00DM
Zähler 6-digit voll programmierbar, f_{max} 1 1 MHz (6 Stellen). Erweiterbar bis 500 MHz, Anzeige 11mm LED. U_v : 10.....15V
Bausatz 69,00 DM AC-5/2 Fertigteil 79,00

Preise in DM inkl. MwSt.! Versand per Nachnahme. Katalog DM 0,90.

Steuerplatine mit Quarz und Netzteil (o.Tr.) NF-Eingang für viele Zähler. MOS-Technik
Bausatz 39,00DM ST-2 Fertigteil 49,00DM
Trafo dazu DM 8,50.
Prescaler für 200 bzw. 500MHz
-10; -100; TTL-out für alle Frequenzzähler zur Erweiterung. R_i : 50Ω, 15mV bei 100MHz. U_v : 5V
Bausatz (200) 49,00 DM PR-1 Fertigteil 57,00
Bausatz (500) 89,00 DM PR-4 Fertigt. 119.00
Frequenzzähler FZ - 2 bestehend aus PR-1, ST -2 und AC-5.
Bausatz 149,00DM FZ-2 Fertigteil 189.00
Netzgerät 1,7.....25V bei 1A (bis 5A möglich) Regelung 0,025% mit RCA-IC für Trafo 15..... ..28V/1A
Bausatz 29,50 DM N-3 Fertigteil 39,50 DM
NF-Stereo-Verstärker 2x50 Watt mit Darlington (150W-Typ!). U_v : +/- 18.....28V, R_i 4.....8Ω Klirrfaktor: ≤0,15%, U_{ein} : ≥1 Vss Elkoloser Ausgang
Bausatz 45,00DM NF-1 Fertigteil 68,00DM

STOLL digital-elektronik

Blücherstr. 25 · 62 Wiesbaden · Tel. 06121/45113

(Verlagsanzeige)

DIE »ALTEN«

P.E. - Ausgaben enthalten zahlreiche Baubeschreibungen, die auch heute noch interessant sind. Hier eine Auswahl von Titeln aus noch lieferbaren Heften:
Die „Alten" können Sie mit der eingehefteten Karte, Rubrik „Einzelhefte" bestellen.

1/76. FBI—Sirene
imitiert ziemlich naturgetreu den Klang des Law-and-Order-Signalhorns. Legt man einen Schalter um, so ertönt ein intermittierendes Alarmsignal mit einer Festfrequenz.

Transistest
Transistortester mit einfachster Bedienung: Man steckt den fragwürdigen Transistor in die Testfassung, drückt einen Taster, und der Transistest fällt das Urteil.

2/76. Carbophon
Ein Miniaturorgelchen, das mit zwei Händen bespielt wird. Mit der einen Hand fuhrt man einen Metallstift über die Kohlebahn eines zerlegten Schiebepotis, mit der anderen drückt man eine von fünf Oktavtasten.

3/77. 50 Watt-Modul
Ein leistungsfähiger Verstärker aus der P.E.-Serie „HiFi-Module".

Die Kassette im Auto
Anpassung batteriebetriebener Geräte an die Bordspannung im Auto.

4 /77. LED-VU-Meter
mit 10 LED's pro Kanal, passend zur P.E. - Serie HiFi-Module.

5/77. Minimix
Einfaches Batterie-Mischpult, auch für Vertonung sehr geeignet. 2 Stereo-Line-Eingänge, 1 Mikrofon-Eingang mit Panoramaregler.

Tremolo-Modul
Tremoloschaltung zur Modulserie mit symmetrischer Modulation; Modulationsfrequenz und -tiefe sind einstellbar.

6/77. Leslie-Modul
Durch einen einfachen Zusatz zum Tremolo-Modul entsteht das elektronische Leslie.

Signal-Tracer
Kombination Signalspritze/Signalverfolger in einem Gehäuse, auf gemeinsamem Print.

TV-Tonkoppler
Für Band-Aufnahme des Fernsehtons. Galvanische Trennung von Eingangs- und Ausgangsschaltung mittels Opto-Koppler.

7/77. TTL-Trainer
Der TTL-Trainer ist ein kleines Digital-Labor. Er ermöglicht in idealer Weise den Einstieg in die Digitaltechnik. Der Print ist nicht nur Schaltungsträger, sondern nimmt auch alle Bedienungselemente für die Experimente auf. Deshalb hat der Print in seinem Layout Frontplattencharakter.

Basisbreite-Modul
Diese Einheit aus der P.E.-HiFi-Modul-Serie kann die Stereo-Basisbreite künstlich heraufsetzen (Super-Stereo), aber auch auf Mono eingestellt werden.

8/77. Mini-Uhr mit Maxi-Display
Einfache Netz-Digital-Uhr

Superspannungsquelle
Null bis 28 Volt, 1,5 Ampere, Strombegrenzung, zwei Instrumente, Gehäusebausatz im Fachhandel.

1/78. Sinusgenerator in Modultechnik
Ein Modul aus der Modulserie 2: Modularer Meßplatz.

Zu allen Baubeschreibungen sind beim Verlag und im Fachhandel Prints erhältlich, zu den Modul-Einheiten außerdem schwarze oder silbermetallic-Frontplatten.

M + P Zeitschriften Verlag, 2000 Hamburg 76, Winterhuder Weg 29

ÜBER BAUELEMENTE, AUCH NEUE

Vor zwei Wochen hat in München wieder die Electronica stattgefunden, die sich in den Jahren ihres Bestehens zum größten Spektakel (im positiven Sinn) des Marktes für elektronische Bauelemente entwickelt hat. Vielleicht fragt sich mancher Leser, warum eine Zeitschrift wie P.E. nicht ein bißchen beim Rummel mitmacht und sich mit Vorberichten, Messeneuheiten und Reportagen für dieses Ereignis engagiert (wo doch die Stücklisten in P.E. so ausführlich und genau sind, ein Problembewußtsein gerade für Bauelemente, soweit sie den Hobbysektor betreffen, also deutlich vorhanden ist). Wer diese Stücklisten mit dem Material vergleicht, was heute zu haben ist, wird feststellen, daß P.E. nur ausgesprochene Standard-Bauelemente verwendet, die es tatsächlich im „Laden um die Ecke" gibt. Lediglich bei Bauelementen, für die sich im Fachhandel ein solcher Standard noch nicht herausgebildet hat, kann es zu Beschaffungsschwierigkeiten kommen.

Ein besonderes Kapitel sind die ganz frischen Bauelemente, insbesondere neue ICs. Seit die Computerindustrie die treibende Kraft ist, hat sich eine neue Halbleitertechnologie noch nicht „eingeschwungen", da kommt schon die nächste. Ein erfahrener Hobby-Elektroniker, der fast alles schon gebaut hat, wird es begrüßen, wenn seine Zeitschrift die neuesten Sachen bringt. P.E. versucht, die anderen Interessenten sach- und fachgerecht zu bedienen und Newcomern den Einstieg in die Elektronik zu ermöglichen.

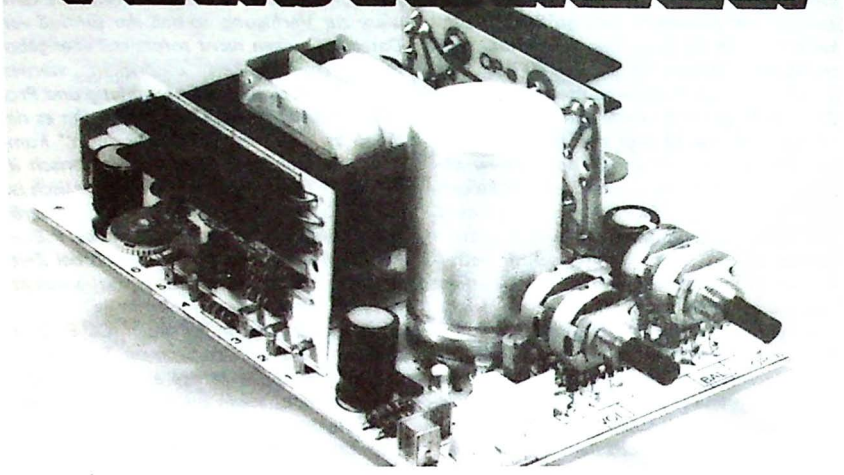
Das schließt Baubeschreibungen, die den neuesten „Stand der Technik" repräsentieren, natürlich nicht aus, aber sie sind nicht unproblematisch. Manches neue (IC oder seine Beschaltung) ist nicht ausgegoren, dem Entwickler stehen zudem oft nur 2, 3 Exemplare zur Verfügung, so daß der Einfluß von Datenstreuungen nicht sofort mit aller gebotenen Gründlichkeit untersucht werden kann. In Firmen, wo Entwicklung und Produktion unter einem Dach sind, kann es dadurch zu „technischen Änderungen" kommen, die man dort dann organisatorisch in den Griff bekommen muß. Problematisch ist die Sache aber, wenn nicht ein fertiges Gerät aus dem Haus geht, sondern – wie bei P.E. – ein Schaltbild. Eine Rückrufaktion bei Zeitschriften klappt noch nicht einmal bei einstweiligen Verfügungen.

Ein weiteres Problem bei neuen ICs: Es kann passieren, daß von dem neuen Typ viel zu spät die benötigte Menge auf den „freien" Markt kommt, wenn die Nachfrage und das Interesse unerwartet groß sind.

Hier hat sich in den letzten Jahren allerdings einiges gebessert. Der Fachhandel weiß, daß er hinter neuen Bauelementen her sein muß wie der Teufel hinter der Seele, weil es bei heißen Neuigkeiten immer eine Art „Erstgeschäft" gibt.

Ein besseres Problembewußtsein bei den Händlern, von denen wir Bauwilligen doch ziemlich abhängig sind, kann festgestellt werden. Unsere Mitarbeiter, die in München waren, meinen noch etwas anderes festgestellt zu haben: Ein langsam erwachendes Interesse für den Hobbysektor bei den großen Halbleiterherstellern. Wenn sich dieses Interesse nicht (nur) auf neue Bauelemente, sondern (auch) auf Standardtypen bezieht, ist gesundes Mißtrauen angebracht; Bauelemente zweiter Wahl geistern immer wieder durch das Land.

MONITOR VERSTÄRKER



Es gibt eine reichhaltige Auswahl an 2- und 3 Watt-Verstärkern im einschlägigen Handel, als Bausatz oder „betriebsbereit", wie das genannt wird. Manchmal, bei „Restposten", spotten die Preise jeder Beschreibung, weil sie unglaublich niedrig sind. Wenn jetzt in P.E. ein 2x3 Watt-Verstärker beschrieben wird, dessen Baukosten wesentlich höher sind, dann geht das nicht ohne gewichtige Argumente.

Hauptsächlich die betriebsbereiten Verstärker - es handelt sich um bestückte Prints - enthalten in der Endstufe meist Germaniumtransistoren. Diese Typen gehören einer Halbleiter-Generation an, die deswegen überholt ist, weil die mit ihnen aufgebauten Geräte unseren heutigen Qualitätsansprüchen nicht mehr genügen. Aber es muß auch gefragt werden, welche Sorte Watt denn mit der Angabe „2 x 3 Watt" gemeint ist. Gemessen an den kleinen Kühlelementen für die Endtransistoren dürfte es sich um die Spitzenleistung handeln, nicht um die einzig wahren Watts, die Sinus-Dauerleistung. Und schließlich fehlt in diesen Angeboten nicht nur das Netzteil, sondern auch die Ausstattung zur Lautstärke- und Balance-Einstellung.

Der hier beschriebene „Monitor-Verstärker" ist bis auf das Gehäuse und den Lautsprecher (bzw. Kopfhörer) vollständig, bei zeitgemäßer Qualität. Auf dem

WOZU BRAUCHT MAN EINEN MONITOR – VERSTÄRKER?

Eine vernünftige Frage angesichts der Baukosten und auch der Leistung, denn ein Endverstärker im üblichen Sinne des Wortes ist ein 2x3 Watt-Verstärker sicher nicht. Wer ein wenig Erfahrung im NF-Hobby-Bereich hat, kennt die Antworten.

Für Rekorder-Fans, die mischen und Bänder kleben, ist eine Mithöreinrichtung sehr nützlich. Zwar haben alle besseren Geräte einen Kopfhöreranschluß, wer aber jemals einen 8 Ohm-Kopfhörer dort angeschlossen hat, kennt das Flüstern. Der Monitor-Verstärker hat einen Anschluß speziell auch für unempfindliche Kopfhörer-Typen. Lautsprecherboxen können natürlich ebenfalls betrieben werden, insbesondere auch kleinere oder „lose" Lautsprecher, so daß man nicht die Anlage im Wohnzimmer demontieren muß.

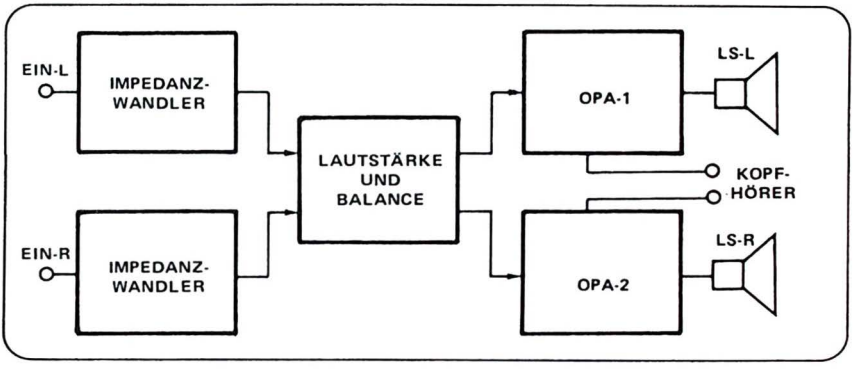
Der Monitor ist aber für alle interessant, die mit Schall, Schallquellen und Effektgeräten arbeiten. Man kann dann nämlich alle Experimente an Ort und Stelle, z.B. auf dem Arbeitstisch im Hobbyraum durchführen, der teure HiFi-Verstärker braucht nicht mehr halbwegs ausgeschlachtet zu werden.

Schließlich kann der Monitor-Verstärker als Zweit- oder Dritt-Verstärker im Schlaf- und/oder Hobbygemach eingesetzt werden. Im Zusammenhang mit einem kleinen MW-Tuner, der voraussichtlich in der nächsten Ausgabe veröffentlicht wird, ergibt er ein qualitativ nicht schlechtes, kleines AM-Radio.

BLOCKSCHALTUNG

In Bild 1 sind die Baugruppen des Verstärkers angegeben. Die Eingangsschaltung ist in beiden Kanälen ein Impedanzwandler; er sorgt mit seiner hohen Eingangsimpedanz da-

Bild 1. Blockschaltung des Monitor-Verstärkers. Die Impedanzwandler dienen zur Anpassung des Verstärkereingangs an die steuernde Signalquelle. Die O.P.A.'s sind die Endverstärker.



(vergleichsweise natürlich großflächigen) Print ist alles untergebracht, auch das Netzteil einschließlich Trafo, Ein- und Ausgangsbuchsen und den Potis für Lautstärke und Balance. Daß auf diese Weise Baukosten entstehen, die mit den nur auf den ersten Blick äquivalenten Angeboten des Handels nicht konkurrieren können, dürfte nach obigen Ausführungen nicht verwunderlich sein.

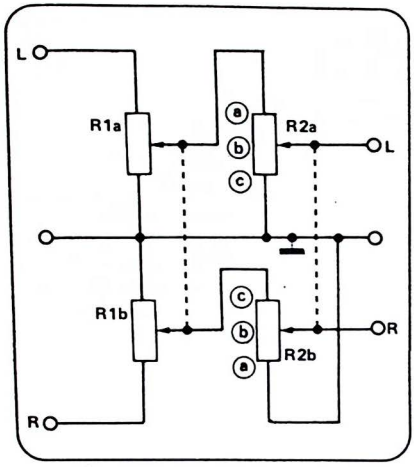


Bild 2. Die Schaltung der zwei Potentiometer.

ir, daß jede Art von Signalquelle angeschlossen werden kann. Anpassungsprobleme treten somit nicht auf.

Die Impedanzwandler steuern die nächste Funktionsgruppe, die den Lautstärke- und Balance-Einstellteil enthält. Zu diesem Block gehören die beiden Bedienungspotis.

Es folgen die beiden Endverstärker. Es handelt sich hier um zwei Schaltungen auf je einem kleinen, getrennten Print, die bereits in P.E. beschrieben wurden: O.P.A. – Operational Power Amplifier (Heft 4/78). Keinen Schreck bekommen! - Alle Bauteile der beiden O.P.A.'s sind im Baukostenvoranschlag berücksichtigt.

Die Funktionsbeschreibung des Impedanzwandlers (eines einfachen Emitterfolgers) erfolgt, so weit es das Zusammenwirken mit dem Einstellteil betrifft, bei der Besprechung des Gesamtschaltbildes. Der O.P.A. kann ohne Änderungen gegenüber seinem „Ersteinsatz" übernommen werden, so daß die Funktionsbeschreibung nur eine Wiederholung wäre.

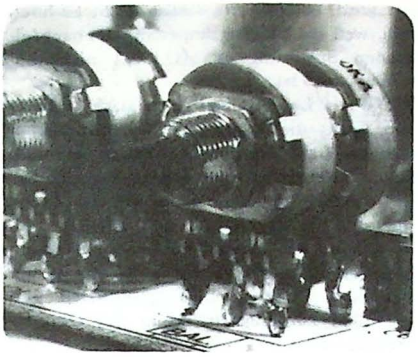
LAUTSTÄRKE– UND BALANCE–EINSTELLER

Bild 2 zeigt die Konstellation der beiden Potis. Poti R1 ist der Lautstärke-Einsteller in völlig üblicher Anordnung. Im Gegensatz zu einem Doppel- oder Zweifachpotentiometer sind beim Stereo- oder Tandempoti die beiden Hälften mechanisch gekoppelt, so daß es nur eine Achse gibt. Die Abgriffe bewegen sich beim Drehen synchron und gleichsinnig zu den „heißen" Anschlüssen oder gemeinsam in Richtung Masse.

Verwendet man ein Stereopoti für die Lautstärke-Einstellung, dann ist ein zweites Poti für die Balance-Einstellung erforderlich (R2 in Bild 2). Die äußeren Anschlüsse dieses Potis sind „überkreuz" geschaltet. So liegt der linke Anschluß der (Tandem-) Potihälfte für den linken Kanal (c im oberen Bildteil) an Masse, bei der anderen Potihälfte für den rechten Kanal ist es der rechte Anschluß (a), der an Masse liegt. Dementsprechend bilden die beiden noch freien äußeren Anschlüsse die „heißen" Enden, die mit den Abgriffen des „speisenden" Lautstärkepotis verbunden sind. Wenn in der Darstellung Bild 2 von „kreuzweise" auch nichts zu sehen sein mag: Der Bestückungsplan auf einer der nächsten Seiten zeigt im Feld des Balance-Potis die Querverbindung zwischen zwei äußeren Anschlüssen, die durch den Aufdruck „R8" läuft. Wer sich für diese Art von Schaltungsproblemen interessiert und sich die Sache in Ruhe ansieht, wird feststellen, daß alles seine Richtigkeit hat.

Was elektrisch-elektronisch passiert, macht Bild 3 deutlich.

R1 ist das Lautstärkepoti, die anderen Widerstände, als Festwiderstände gezeichnet, sind die in der jeweiligen Stellung des Balancepotis die wirksam werdenden Teilwiderstände. Stehen die Abgriffe der beiden Potihälften in Mittelstellung b, so haben die beiden Teilwiderstände gleiche Werte, und zwar in beiden Kanälen. Sie bilden dann jeweils einen Spannungsteiler, an dessen Knoten-

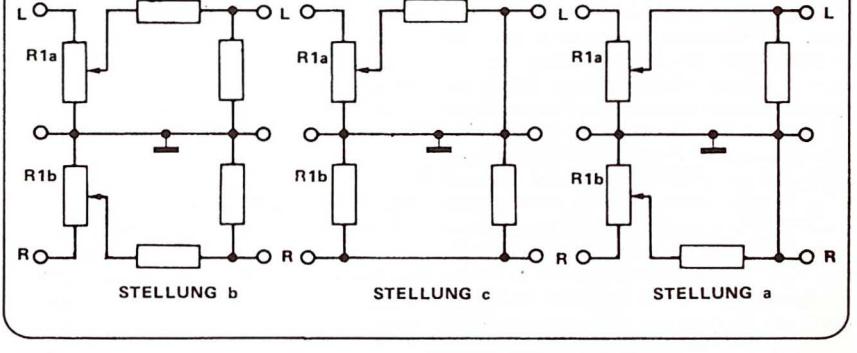


punkt (Ausgang, Abgriff des Potis) die Hälfte des vom Lautstärkepoti kommenden Signals steht. In Stellung c liegt der Abgriff des Potis für den linken Kanal an Masse, während der Ausgang des rechten Kanals unmittelbar mit dem Lautstärkepoti verbunden ist. In Stellung a schließlich sind die Rollen vertauscht gegenüber der Situation c. Diese Schaltung bietet somit die Möglichkeit, auf einen Kanal das volle Signal zu geben, während der andere nichts „bekommt". In Mittelstellung des Potis R2 ist die Balanse ausgeglichen, die Endverstärker werden mit einer gleich großen Signalamplitude gesteuert.

GESAMTSCHALTUNG

In Bild 4 sind alle Funktionsgruppen zur Gesamtschaltung zusammengefaßt.
Zur Stromversorgung dient ein Netzteil mit dem Trafo Tr1. Dieser hat zwei Sekundärwicklungen von je 18 Volt; es wurde eine Printausführung gewählt, d.h. der Trafo kann

Bild 3. Die Funktionsweise des Balance-Einstellers, hier zur Erläuterung durch Festwiderstände dargestellt. Das „echte" Potentiometer im Bild ist der Lautstärke-Einsteller.



unmittelbar auf dem Print montiert werden. Zur Gleichrichtung der sekundären Trafo-Wechselspannungen dienen die Dioden D2 und D3, C12 ist der Ladekondensator im Netzteil.

Die beiden O.P.A.'s werden unmittelbar mit der Versorgungsspannung von etwa 25 Volt gespeist. Für die beiden Impedanzwandlerstufen mit T1 und T2 ist eine stabilisierte Speisespannung erforderlich. Sie wird von der Z-Diode D1 mit ihrem Vorwiderstand R17 erzeugt. C1 dient zur zusätzlichen Siebung dieser Spannung, die entsprechend dem Spannungswert der Z-Diode 18 Volt beträgt. Die beiden Impedanzwandler sind einfache Emitterfolger, an deren (Emitter-) Ausgängen das jeweilige Eingangssignal unabgeschwächt, aber auch nicht verstärkt erscheint. Die Eingangsimpedanz dieser Stufen bestimmt sich vorwiegend durch die Werte der Widerstände in den Basis-Spannungsteilern (R1 und R3 im rechten Kanal, R2 und R4 im linken Kanal). Da die Widerstände eines solchen Spannungsteilers wechselspannungsmäßig (das steuernde Eingangssignal betreffend) über den niedrigen Innenwiderstand des Netzteils parallel zueinander liegen, liegt die Eingangsimpedanz, mit der die steuernde Signalquelle belastet wird, über 200 Kilo-Ohm. Von den Emittern gelangen die Signale über Koppelkondensatoren (C4, C5) auf die „heißen" Anschlüsse des Lautstärkepotis.

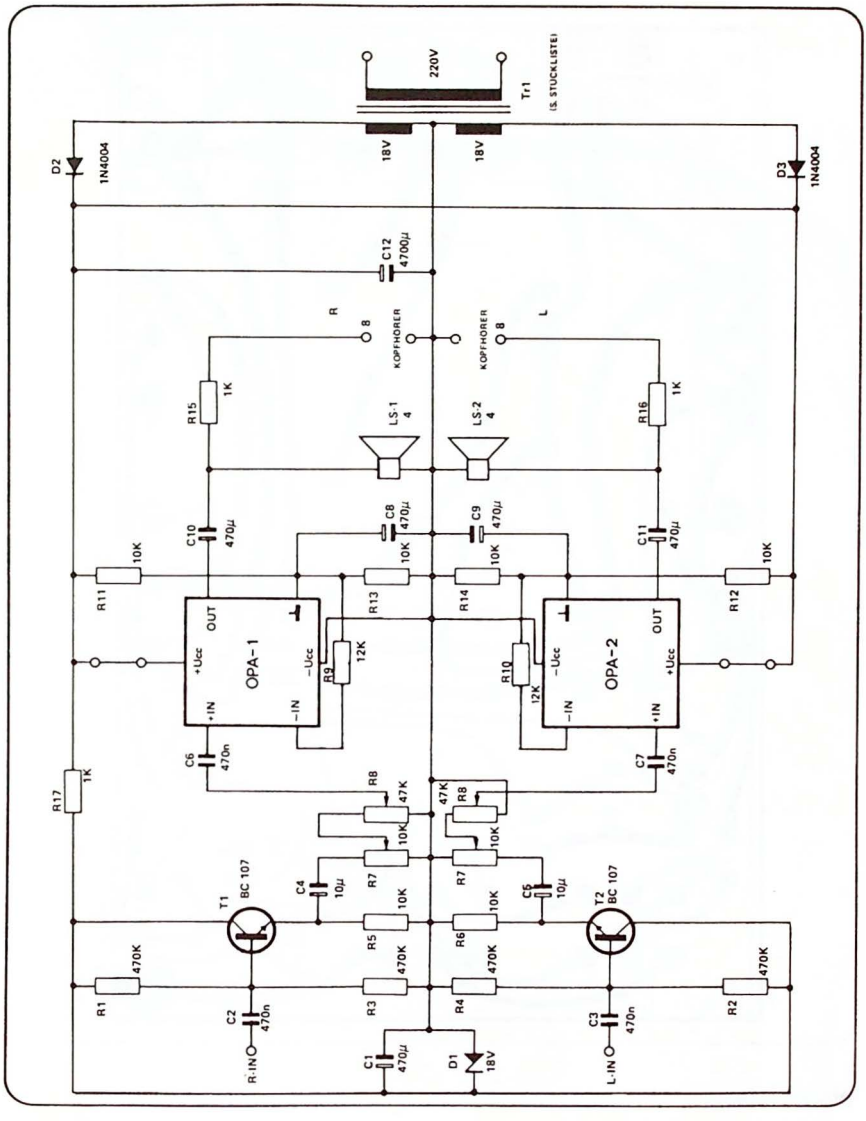
Auch der Widerstand eines Potis kann als „Verbraucher" betrachtet werden, der aus einer möglichst niederohmigen Quelle zu steuern ist. Der Ausgang des Emitterfolgers ist niederohmig, dies ist übrigens eine typische Eigenschaft. Deshalb kann für das Lautstärkepoti R7 (Bild 4) ein relativ niedriger Wert gewählt werden. Das ist wichtig, weil dieses Poti seinerseits die steuernde Spannungsquelle für das Balancepoti darstellt. Der Widerstandswert von Poti R8 ist immer ein Kompromiß; er soll möglichst hoch sein, damit die Wirkung von R7 nicht beeinträchtigt wird, andererseits darf er nicht zu hoch sein, weil die Eingangsimpedanz des nachfolgenden Schaltungsteils (O.P.A.) nicht besonders groß ist.

Wenn das Lautstärkepoti zu stark belastet wird, geht die logarithmische Einstellkennlinie der Lautstärke verloren; da das menschliche Ohr empfindlich reagiert, stört eine solche Verfälschung sehr stark. Wenn andererseits das Balancepoti zu stark belastet wird, bzw. wenn sein Widerstand zu hoch ist, dann funktioniert es nicht mehr, es kommt zu unerträglich großen Spannungsverlusten und oft auch zur Einschränkung des Übertragungsbereiches.

Die O.P.A.'s werden in der früher beschriebenen Weise mit einer asymmetrischen Speisung betrieben. Der Massepunkt liegt auf dem halben Potential dieser Speisespannung, dies bewirkt in jedem Kanal ein Spannungsteiler (R11/R13 und R12/R14). Zur Siebung der so erzeugten Spannung („künstliche" Masse) dient in jedem Kanal ein Elko. Die interne Schaltung im O.P.A. sorgt dafür, daß auch die beiden Eingänge des „Operational Power Amplifiers" auf diese Spannung eingestellt sind. Damit liegen die Ausgänge der Operationsverstärker ebenfalls auf dem halben Potential der Speisespannung, so daß die O.P.A.'s optimal ausgesteuert werden können.

Die Verstärkungsfaktoren hängen von den Widerstandswerten R9 und R10 ab, deshalb ist hier ein relativ ungebräuchlicher, aber im allgemeinen doch gut erhältlicher Wert von 12 Kilo-Ohm eingesetzt. Diese Dimensionierung sorgt dafür, daß bei voll aufgedrehtem Lautstärkepoti und Mittelstellung des Balan-

Bild 4. Die Gesamtschaltung des Monitorverstärkers einschließlich des Netzteils. Die beiden Kästchen stellen die Endverstärker dar; es handelt sich um jeweils einen O.P.A. (siehe Heft 4/78: Operational Power Amplifier).


220V
Tr1
(S. STUCKLISTE)
18V
18V
D2
1N4004
D3
1N4004
C12
4700µ
R
L
8
KOPFHÖRER
8
KOPFHÖRER
R15
1K
R16
1K
LS-1
4
LS-2
4
C10
470µ
C8
470µ
C9
470µ
C11
470µ
R11
10K
R13
10K
R14
10K
R12
10K
OPA-1
OPA-2
+Ucc
OUT
-Ucc
+IN
-IN
R9
12K
R10
12K
C6
470n
C7
470n
R17
1K
R8
47K
R8
47K
R7
10K
R7
10K
C4
10µ
C5
10µ
T1
BC 107
T2
BC 107
R5
10K
R6
10K
R1
470K
R5
470K
R6
470K
R2
470K
R3
R4
C2
470n
C3
470n
C1
470µ
D1
18V
R-IN
L-IN

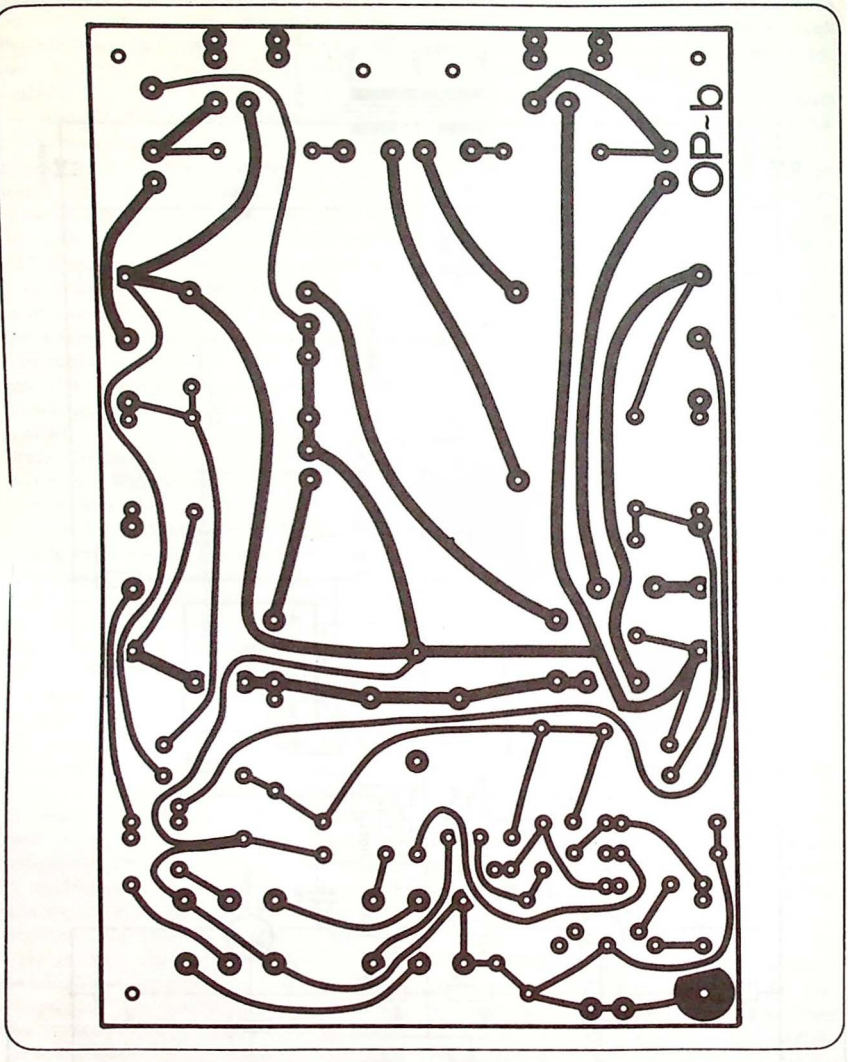


Bild 5. Printlayout.

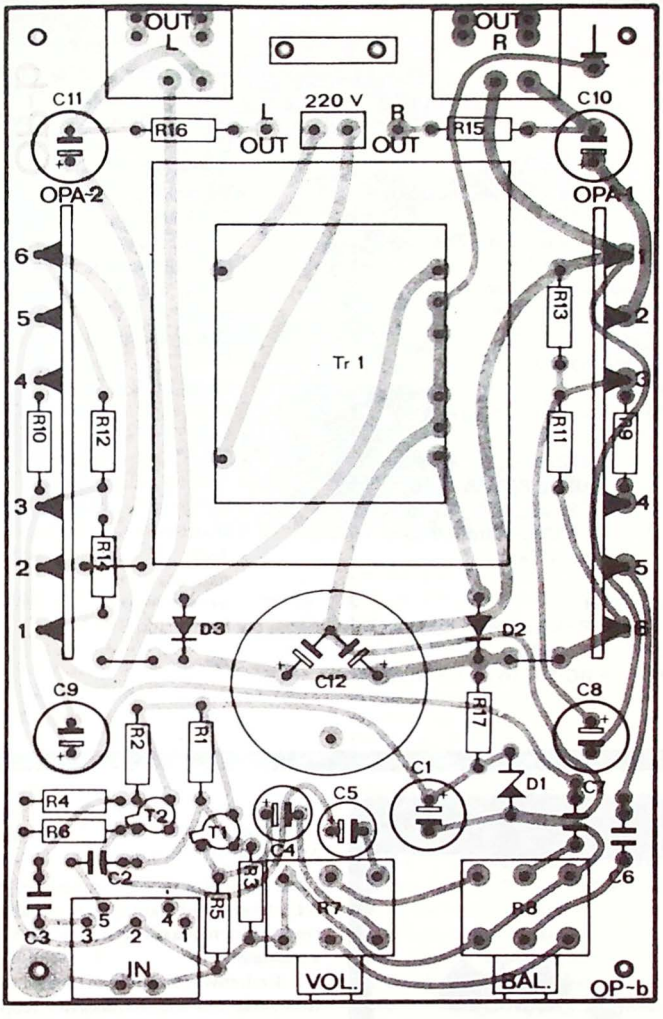


Bild 6. Bestückungsplan

Stückliste

WIDERSTÄNDE, 1/4 WATT, 5%

R1, R2,
R3, R4 = 470 k- Ohm
R5, R6,
R11, R12,
R13, R14 = 10 k -Ohm
R7 = 10 k -Ohm, Stereo-Poti, log.
R8 = 47 k -Ohm, Stereo-Poti, lin.
R9, R10 = 12 k -Ohm
R15, R16 = 1 k -Ohm

KONDENSATOREN

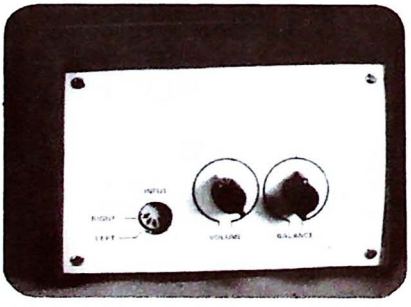
C1, C8, C9
C10, C11 = 470 µF, 25 V, RM 5
C2, C3,
C6, C7 = 470 nF, z.B. Siemens MKH, RM 7,5 u. 10
C4, C5 = 10 µF, 16 V, RM 5
C12 = 4700 µF, min. 40 V siehe Text

HALBLEITER

D1 = Z-Diode 18 V, 400 mW
D2, D3 = 1 N 4004
T1, T2 = BC 107 (o.ä., z.B BC 547)

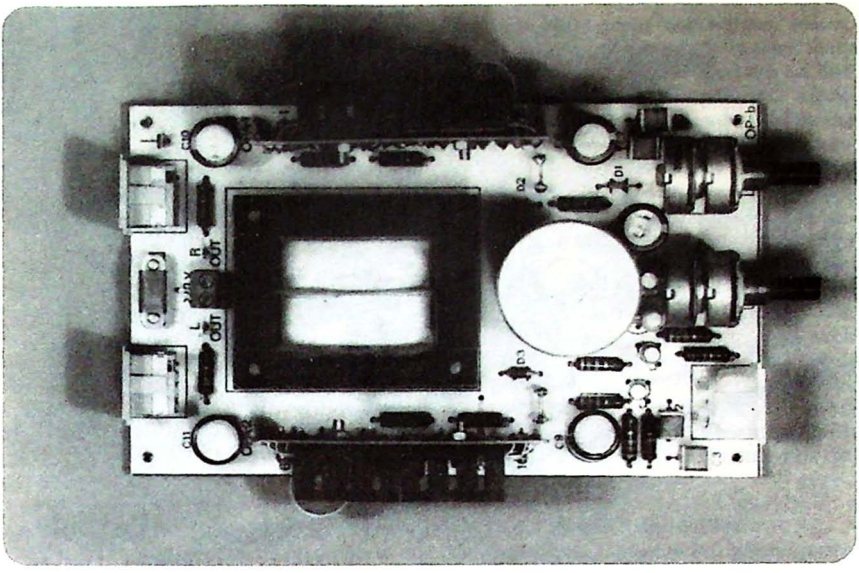
SONSTIGES

Tr 1 = Printtrafo 2 x 18 V/ 11 VA Typ SPK 22160/18-18 ohne angegossene Bef.-Winkel
2 x O.P.A.-Bauteilesatz (s P.E. Heft 4/78)
1 x Einbau-Sicherungsfassung
1 x Feinsicherung 315 mA mittel
1 x Netz-Kippschalter 2 x EIN
1 x DIN-Stereo-Steckdose für Printmontage, z. B. Hirschmann Mab 5 SH (90 Grad)
2 x DIN-Lautsprecher-Steckdose für Printmontage, z. B. Hirschmann LB 3 H (90 Grad)
1 x Print-Kabelklemme, 2polig
19 x Lötstifte RTM
19 x Steckschuhe RF
4 x Abstandsröhrchen 10 mm
4 x Zyl.-kopf-Schlitzschr. M3 x 20
4 x Muttern M3
1 x Netzkabel 3adr. m. angegossenem Stecker
2 x Bedienungskn. für 6 mm Achse
1 x Print nach Bild 5



cepotis die Vollaussteuerung des Monitor-Verstärkers bei einem Eingangssignal von 300 Millivolt erreicht wird.

Über die Koppelkondensatoren C10 bzw. C11 liegen die Lautsprecher (oder Kopfhörer) an den Ausgängen der beiden Verstärkerkanäle.
Die Reihenwiderstände R15 und R16 verhindern, daß ein angeschlossener Kopfhörer bei versehentlich voll aufgedrehtem Lautstärke-Einsteller durch Überlastung zerstört werden kann.



BAUHINWEISE

Bild 5 zeigt den Print des Monitor-Verstärkers.

Der Bestückungsplan Bild 7 macht deutlich, warum der Print außergewöhnlich groß ausgefallen ist. Der Elko S12, besonders aber der Printtrafo nehmen einen großen Teil der Printfläche in Anpruch.

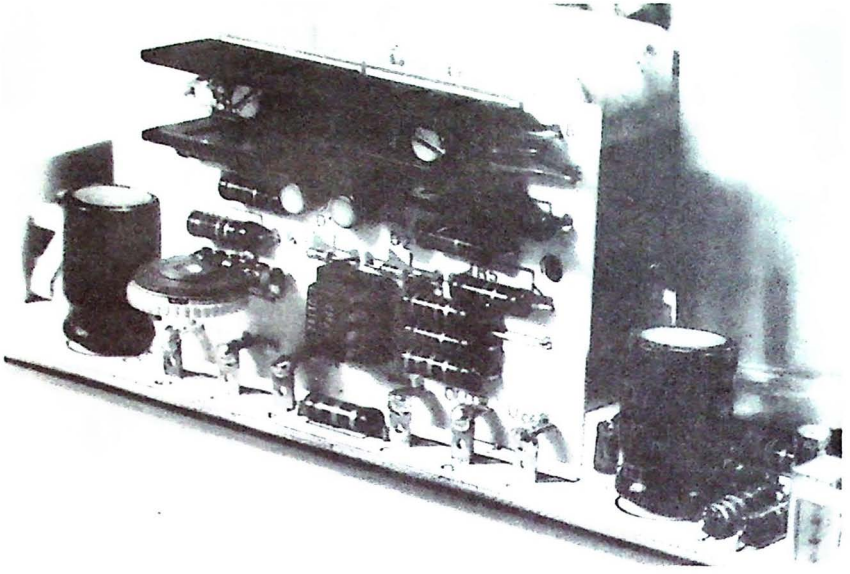
Wer den Trafo möglicherweise für reichlich bemessen hält, muß bedenken, daß ein 3 Watt-Verstärker einen Strom von 300 Milliampere benötigt, und zwar pro Kanal. Da der Trafo 11 VA „kann" ist er genau genommen sogar etwas zu schwach bemessen, aber es ist zulässig, in der Praxis davon auszugehen, daß die beiden Kanäle nicht über längere Zeit mit voller Leistung betrieben werden.

Zum Trafo noch eine Bemerkung. Der in der Stückliste angegebene Trafo paßt auf den Print, es ist der Typ, der auch im Labormodell des Monitor-Verstärkers eingesetzt wurde. Es gibt ihn aber, wie wir inzwischen erfahren haben, in zwei Ausführungen, nämlich mit und ohne angegossene seitliche Befestigungswinkel. Für diese Winkel hat der Print keinen Platz. Wenn man ein Exemplar mit den Winkeln bekommt, so sind diese abzuschleifen.

Die Bestückung beginnt man am besten mit der Drahtbrücke bei Widerstand R14. Anschließend kommen die 19 Lötstifte an die Reihe, davon sind drei für die Kopfhöreranschlüsse, 12 für die beiden O.P.A.'s und vier für zwei Drahtbrücken links und rechts von den Dioden D3 und D2 vorgesehen.

Die beiden Drahtbrücken werden aber noch nicht eingelötet, denn beim Einstellen des Ruhestromes wird anstelle der späteren Drahtbrücken ein Vielfachinstrument zwischen je zwei Stiften angeschlossen.

Die Bestückung geht mit den Widerständen und Kondensatoren weiter, jedoch kommt der große, stehende Elko C12 erst später.

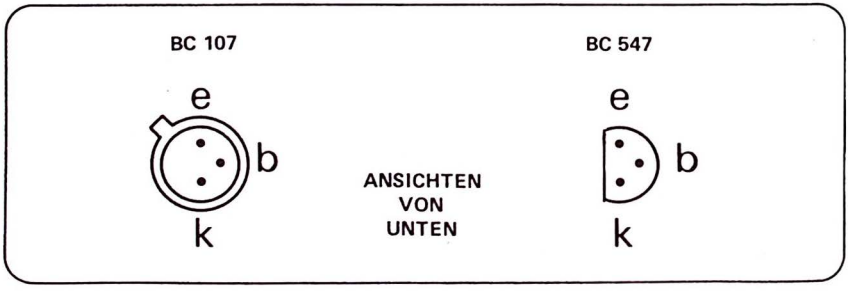


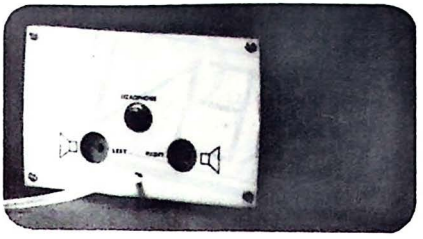
Sind schließlich die Dioden und Transistoren an Ort und Stelle, dann sind die speziellen Sachen dran.

Als Ein- und Ausgänge dienen DIN-Buchsen für Printmontage (Fabr. Hirschmann). Auch diese Bauelemente befinden sich somit auf dem Print, eine Bauweise, die immer mehr Freunde gewinnt. Eine 5-polige Buchse bildet den Eingangsanschluß für die Geräte, deren Signale man verstärken und hörbar machen will. Für die Lautsprecher gibt es auch die üblichen Verbindungen in Printausführung, hier sind zwei vorgesehen.

Als Netzanschluß ist eine zweipolige Print-Kabelklemme vorgesehen. Zwischen den beiden Lautsprecherbuchsen ist Platz für eine

Bild 7. Anschlußbelegungen des BC 107 und des äquivalenten, aber preiswerteren BC 547.





Zugentlastung für das Netzkabel, aber in der Stückliste findet sich auch ein Netzschalter 2 x EIN. Es ist zweckmäßig, einen Schalter vorzusehen und diesen in die Frontplatte des Gehäuses zu montieren. Das Netzkabel wird (zugentlastet) zum Schalter geführt, von dort ist eine zweiadrige Verbindung zur Print-Kabelklemme herzustellen. Bei dieser Ausführung erübrigt sich die Zugentlastung auf dem Print.

Als Netzkabel ist eine zweiadrige Ausführung zu gebrauchen, wenn der Verstärker in ein Kunststoffgehäuse einbaut wird. Andernfalls muß ein Kabel mit Schutzerdeleiter verwendet werden; die Schutzerde ist dann mit dem Metallgehäuse leitend zu verbinden.

Bevor man die Potis einlötet, kürzt man zunächst die Achsen auf das passende Maß. Dann präpariert man die Lötanschlüsse, indem man kurze Drahtstücke anlötet. Diese werden in die betreffenden Printbohrungen gesteckt und auf der Kupferseite verlötet.

Nun zum Elko C12. Im Labormodell ist ein Siemens-Typ eingesetzt, der aus zwei Teilkapazitäten von je 2200 Mikro-Farad in einem gemeinsamen Metallgehäuse besteht. Ist dieser Typ nicht zu bekommen, so lassen sich auch andere Elkos verwenden, allerdings muß man sich dann die Leiterbahnführung auf der Kupferseite des Prints gut ansehen und bei der Auswahl des oder der Elkos auf richtige Kapazität und Spannung, beim Einlöten auf richtige Polarität achten.

Ist schließlich der Netztrafo eingelötet, dann ist der Basis-Print fertig.

Die beiden O.P.A.'s, deren Bestückungshinweise hier nicht wiederholt werden, stehen, wie das Bild auf der linken Seite zeigt, senkrecht auf dem Basis-Print. Statt der im Bild gezeigten Lötlippen lassen sich auch Steckschuhe verwenden. Bei dieser Ausführung kommen dann, wie bereits erwähnt, die Lötstifte in den Basis-Print. Ein sauberes Montageverfahren sieht dann so aus: Auf die Lötstifte steckt man zunächst die losen Steckschuhe. Dann bugsiert man den (bestückten) O.P.A.-Print mit den Kupfervierecken gegen die Steckschuhe und lötet zunächst die beiden äußeren Steckschuhe an. Ist die nun fixierte Stellung richtig, dann können auch die anderen Steckschuhe angelötet werden. Der große Vorteil dieser Montageart: eine steckbare Verbindung! Die O.P.A.-Prints schweben jetzt zwar etwas über dem Basis-Print, aber die mechanische Haltbarkeit der Verbindung ist ausreichend.

INBETRIEBNAHME

Für die beiden „Leistungs-Operationsverstärker" ist eine Einstellung des Ruhestroms erforderlich. Das Verfahren: Zunächst dreht man die Trimmer in den O.P.A.'s im Uhrzeigersinn bis zum Anschlag und verbindet ein Vielfachinstrument (Gleichstrommeßbereich) mit den beiden Lötstiften links von der Diode D3. Dann verdreht man den Trimmer des betreffenden Kanals, bis das Instrument 25 Milliampere anzeigt. Für den Abgleich des zweiten Verstärkers legt man das Instrument an die beiden anderen Lötstifte und verfährt in derselben Weise.

Anschließend verbindet man die Lötstifte durch Drahtbrücken (s. Bestückungsplan).

Eine Kopfhörerbuchse, die man sich passend zum evtl. vorhandenen Kopfhörer besorgt, montiert man im allgemeinen auf die Frontplatte des Gehäuses. Für eine der nächsten Ausgaben ist die Beschreibung eines typischen Do-it-yourself Gehäusebauverfahrens geplant, demonstriert am Beispiel eines Gehäuses für den Monitorverstärker.

VERSTÄRKEN

MIT EINEM EINSTUFIGEN VERSTÄRKER (STEREO) FÜR DIE PRAXIS

Da gibt man über ein dünnes Kabel das Signal von einem kleinen Mikrofon auf einen HiFi-Verstärker, und heraus kommt – über ein notwendigerweise kräftigeres Kabel – eine elektrische Energie, die über einen dicken Lautsprecher die Bude zum Wackeln bringt. Das Eingangssignal ist eine elektrische Spannung mit geringer Amplitude. Die Spannungsquelle, im Beispiel das Mikrofon, wird nur wenig belastet, d.h. es fließt nur ein schwacher Signalstrom. Beim Ausgangssignal des Verstärkers haben Spannung und Strom viel höhere Werte. Die hohe Ausgangsleistung (Strom x Spannung) wird von einer passenden Quelle für elektrische Energie ermöglicht: von dem 220 Volt-Netz. Der ganze Verstärkeraufwand dient im Grunde nur dazu, mit einer sehr kleinen Steuerleistung eine externe Energiequelle so zu steuern, daß sie einem Verbraucher, der eine hohe Leistungsaufnahme hat (im Beispiel der Lautsprecher), die erforderliche Nutzleistung zur Verfügung stellt.

In diesem Beitrag wird kein kompletter Endverstärker für HiFi-Zwecke beschrieben, sondern es wird die fundamentelle Wirkungsweise einer einzelnen Transistorstufe betrachtet, die eine NF-Spannung verstärken kann. Eine Schaltung in Stereo-Ausführung, die zur Pegelanpassung in NF-Geräten, aber auch zu Experimenten dienen kann, vervollständigt den Beitrag.

MIT TRANSISTOREN

Der Transistor ist ein Stromverstärker, deshalb geht das Verstärken von Spannungen nicht so ohne weiteres; man muß eine Art Trick anwenden, um eine Spannungsverstärkung zu realisieren. Da der Transistor nur Ströme verstärkt, muß aus der zu verstärkenden Spannung zunächst ein Strom erzeugt werden, der in seinem zeitlichen Verlauf ein getreues Abbild der Spannung ist. Die Umsetzung muß linear proportional erfolgen. Steuert man einen Transistor in geeigneter Weise mit diesem Strom, so liefert er einen verstärkten Strom, aus dem man wiederum eine Spannung gewinnen kann, deren Amplitude größer ist als die der Eingangsspannung. Da für die Stromverstärkung und für die Umsetzung Strom/Spannung die Proportionalitätsbedingung ebenfalls erfüllt werden kann, hat eine proportionale Spannungsverstärkung stattgefunden.

Bild 1 soll deutlich machen, was diese letzte Aussage bedeutet. Die beiden dargestellten Spannungen sind linear proportional. Es handelt sich in beiden Fällen um eine reine Sinusschwingung. Die untere der beiden Spannungen (U2) hat die größere Amplitude.

Die Spannungen U1 und U2 sind proportional, weil zu jedem Zeitpunkt U2 um denselben, konstanten Faktor größer ist als U1. So hat die Spannung U1 einen Scheitelwert (höchster Punkt der Kurve) von 1 Volt. Der Zeitpunkt ist mit t1 bezeichnet. U2 hat zu diesem Zeitpunkt ebenfalls ihren Scheitelwert erreicht, er liegt hier jedoch bei 2 Volt. Die Amplituden der Spannungen U2 und U1 stehen somit zu diesem Zeitpunkt im Verhältnis 2:1. Wenn dieses Verhältnis immer, d.h. für alle Zeitpunkte gilt, dann sind die Spannungen U2 und U1 proportional. Bei z.B. Zeitpunkt t3 stehen die beiden Spannungen ebenfalls im Verhältnis 2:1, denn das Doppelte von −1 Volt ist −2 Volt. Natürlich können die Amplituden proportionaler Spannungen in jedem beliebigen Zahlenverhältnis zueinander stehen. Das Verhältnis 2:1 wurde hier nur gewählt, weil es sich einfach damit rechnen läßt. Die Spannung U2 kann auch eine geringere Amplitude als U1 haben. Dann liegt die Verhältniszahl unter 1; da die Elektronik nicht nur Verstärker, sondern auch Abschwächer kennt, kommen auch solche Verhältniszahlen in der Praxis vor.

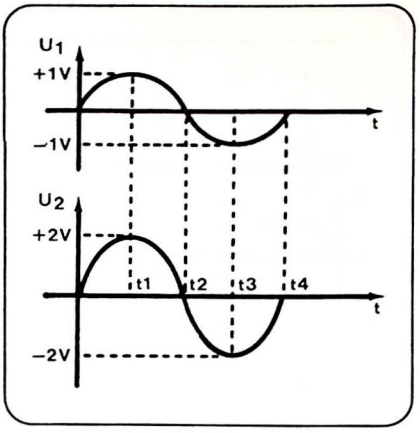


Bild 1. Mit Hilfe dieser Darstellung soll gezeigt werden, was unter „proportional" zu verstehen ist. Die Spannungen U1 und U2 unterscheiden sich nur in ihrer Amplitude.

Was im Zusammenhang mit einer als Verstärker wirkenden Transistorstufe wichtig ist: Nicht nur elektrische Größen derselben Größenart, etwa zwei Spannungen, können proportional sein, sondern auch Größen unterschiedlicher Größenarten. In Bild 2 liegt an einer Spannungsquelle, welche die Spannung U erzeugt, ein Widerstand R, so daß der Strom I fließt. Hier ist der Strom proportional zur Spannung. Das Ohmsche Gesetz kennt jeder, aber es sei hier an eine zwar recht wissenschaftliche, jedoch für das etwas tiefergehende Verständnis dieses Gesetzes nützliche Formulierung erinnert: Der Widerstand ist die Proportionalitätskonstante zwischen Spannung und Strom.

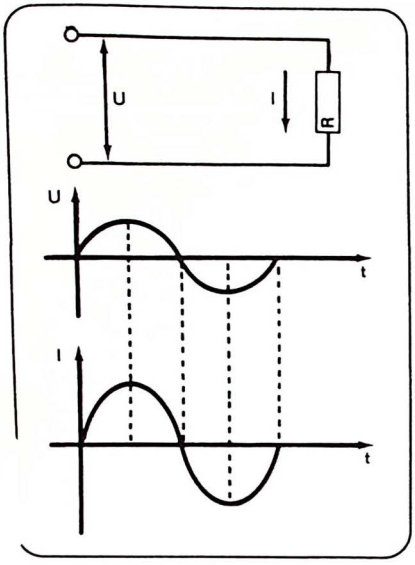
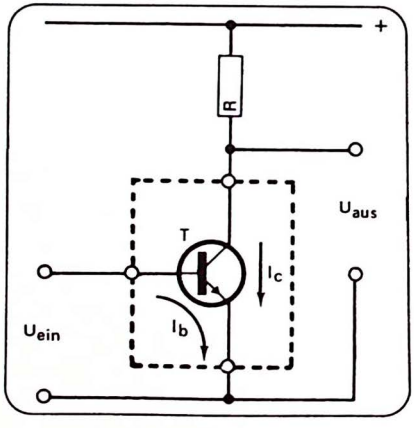


Bild 2. Auch verschiedene Größen (Strom und Spannung) können proportional sein.

Bild 3. Das einfache Prinzip einer Verstärkerstufe mit einem einzelnen Transistor.



DIE TRANSISTOR-VERSTÄRKERSTUFE IM PRINZIP

Bild 3 zeigt die denkbar einfachste Ausführung einer Verstärkerstufe. Die Spannung Uein, die verstärkt werden soll, steht zwischen Basis und Emitter. Im Eingangsstromkreis fließt der Strom Ib; er ist - sieht man von den Mängeln einer solchen (zu) einfachen Schaltung ab - proportional zur Eingangsspannung Uein. Der Kollektor liegt über einen Widerstand R an dem Pluspol einer Gleichspannungsquelle, etwa einer Batterie, während der Emitter (im Bild nicht eingezeichnet) am Minuspol liegt. Wenn der Basisstrom Ib fließt, kann in der Kollektor-Emitterstrecke der Strom Ic fließen. Dieser Strom ist um ein Vielfaches größer als der Basisstrom; das ist die Eigenschaft des Transistors, auf die es in allen Transistorstufen ankommt. Außerdem ist es von entscheidender Bedeutung, daß die Stromverstärkung proportional ist, allerdings gilt dies nur mit Einschränkungen, solange nicht bestimmte Maßnahmen getroffen werden, die zur „Linearisierung" einer Verstärkerstufe dienen. Der Kollektorstrom Ic, der einen sehr viel höheren Betrag hat als der Basisstrom Ib, erzeugt am Kollektorwiderstand, wie R genannt wird, einen Spannungsabfall. Wenn der Kollektorwiderstand richtig bemessen wird, ist die Ausgangsspannung Uaus größer als Uein. Somit hat eine Verstärkung der Eingangsspannung stattgefunden.

Sieht man von den komplizierten physikalischen Vorgängen im Transistor ab und bekümmert sich nur darum, was man mit dem Halbleiter mit den drei Anschlüssen tun muß, um etwa eine einfache Verstärkerstufe zu realisieren, dann ist die Transistorelektronik auf den ersten Blick recht einfach zu begreifen. In der Praxis hat aber eine Stufe nach Bild 3 so viele Mängel, daß sie kaum zu gebrauchen ist. Auf diesen Problembereich beziehen sich die folgenden Abschnitte dieses Beitrags.

DIE GLEICHSPANNUNGSEINSTELLUNG

Der schwerwiegendste Mangel der Transistorstufe in Bild 3 ist die fehlende Gleichspannungseinstellung. Im Steuerkreis, das ist der Eingangsstromkreis, in dem der Strom Ib fließt, liegt die Basis/Emitter-Strecke des Transistors. Dieser Halbleiterübergang hat bei den Siliziumtransistoren eine Schwellenspannung von ca. 0,7 Volt. Erst wenn die Eingangsspannung, die verstärkt werden soll, über diese Schwelle hinaus ansteigt, beginnt der Transistor wie vorgesehen zu funktionieren, d.h. es fließt dann erst Kollektorstrom. Die kleinen NF-Wechselspannungen, mit denen man es oft zu tun hat, erreichen häufig diese Schwelle nicht einmal, und mit der negativen Halbwelle der Eingangswechselspannung kann der Transistor überhaupt nichts anfangen.

Deshalb ist eine „Vor-Einstellung" der Stufe erforderlich. Bild 4 zeigt die übliche Art mit einem Basisspannungsteiler.

Gegenüber Bild 3 ist die Verstärkerstufe jetzt um die Widerstände Rb1 und Rb2 erweitert. Die Widerstandswerte wählt man so, daß am Knotenpunkt des Spannungsteilers (Basis) die Spannung bei 0,7 Volt oder etwas darüber liegt. Ein Beispiel: Beträgt die Speisespannung 7 Volt und hat Rb1 den 9fachen Betrag von Rb2, so teilt sich die Spannung im Verhältnis 1:9 auf, an Rb1 steht eine Spannung von 9x0,7 Volt, an Rb2 die Spannung 1x0,7 Volt.

In dieser Situation leitet der Transistor bereits, wenn noch gar kein Eingangssignal vorhanden ist. Es fließt nämlich vom Pluspol der Speisespannung über Rb1 ein Strom in die Basis, sobald die (im Bild nicht eingezeichnete) Speisespannung anliegt. Der Basisstrom erzeugt dank der Transistorwirkung den viel größeren Kollektorstrom. Jetzt ist es an der Zeit, sich mit dem Widerstandswert zu beschäftigen, der für Rc zu wählen ist, damit die Spannungsverstärkung funktioniert.

Das Verhältnis zwischen dem großen Kollektorstrom und dem schwachen Basisstrom

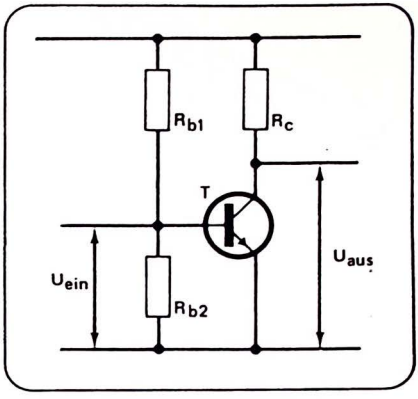


Bild 4. Verstärkerstufe mit Voreinstellung.

hängt nur von den Eigenschaften des Transistorexemplares ab. Der Stromverstärkungs-Faktor ist eine der wichtigsten Kenngrößen eines Transistors, im übrigen ist er eine reine Verhältniszahl, weil er das Verhältnis zweier Größen derselben Größenart angibt, nämlich zweier Ströme.

Wenn ein Transistorexemplar einen Stromverstärkungsfaktor 100 hat, so beträgt bei einem Basisstrom von z.B. 1 Milliampere der Kollektorstrom 100 Milliampere. Gemessen an den Stromverstärkungsfaktoren der modernen Siliziumtransistoren ist der Faktor 100 in diesem Beispiel allerdings ein kleiner Wert.

Der Kollektorstrom fließt durch den Kollektorwiderstand Rc (Bild 4), er erzeugt an diesem Widerstand einen Spannungsabfall, und nach dem Ohmschen Gesetz ist die Spannung vom Widerstandswert und von der Stromstärke abhängig. Die meisten Verstärkerstufen werden so ausgelegt, daß sie auch höhere Eingangsspannungen noch sauber verstärken. Der größte Aussteuerungsbereich ist dann gegeben, wenn die Kollektorspannung auf halbem Speisespannungspotential liegt; nimmt man die Speisespannung wie-

derum mit 7 Volt an, dann muß die Gleichspannung am Kollektor 3,5 Volt betragen. An Rc fällt demnach eine Spannung von ebenfalls 3,5 Volt ab. Falls der Kollektorstrom bereits bekannt ist, kann man aus Strom und Spannung den für den Kollektorwiderstand Rc erforderlichen Wert berechnen.

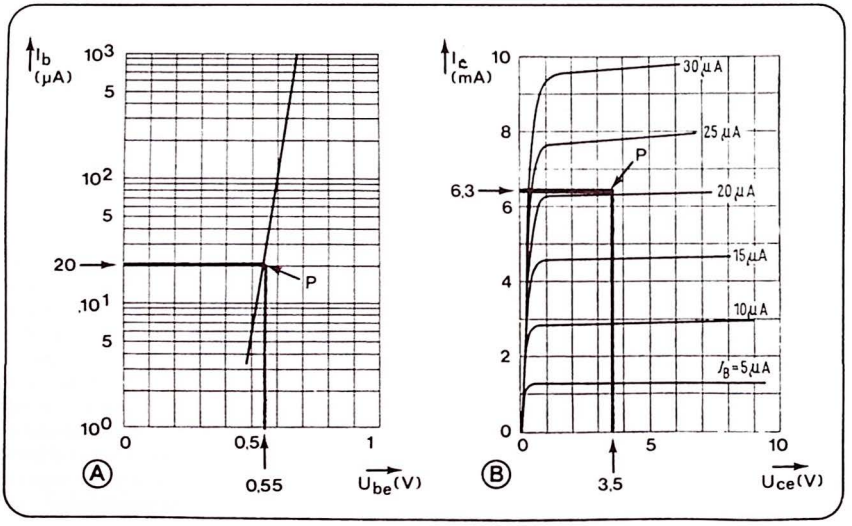
KENNLINIEN DES TRANSISTORS

Um in Erfahrung zu bringen, welchen Betrag der Kollektorstrom hat, sind zwei Fragen zu beantworten: Wie hoch ist der Basisstrom, wenn man an die Basis eine Spannung von 0,7 Volt legt, und: Um welchen Faktor wird der Basisstrom verstärkt?

Beide Zahlen kann man den Datenblättern entnehmen, die von den Halbleiterherstellern herausgegeben werden. Neben typischen Transistorbetriebs- und -Grenzdaten enthalten sie zahlreiche Grafiken, die angeben, was an Strömen fließt, wenn man bestimmte Spannungen an den Transistor legt.

Bild 5 zeigt am Beispiel des bekannten Silizium-Transistors BC 107 die wichtigsten dieser Grafiken. Die Darstellung Bild 5b ist die sogenannte Eingangskennlinie. Mit Ube ist die Spannung zwischen Basis und Emitter bezeichnet, die in der Schaltung Bild 4 mit dem Basisspannungsteiler erzeugt wurde. Ib ist der Strom, der „daraufhin" in die Basis fließt. Die vertikale Stromachse hat eine logarithmische Teilung, die Spannungsachse ist in Zehntel Volt eingeteilt. Soll der Basisstrom z.B. 20 Mikroampere betragen, so geht man von diesem Punkt auf der vertikalen Achse nach rechts hinüber bis zur Kennlinie. Vom Kreuzungspunkt P geht man nach unten zur Spannungsachse: Bei einer Basis/Emitterspannung von 0,55 Volt fließt der gewünschte Basisstrom von 20 Mikro-Ampere. Die Grafik gilt für den BC 107 von

Bild 5. Die wichtigsten Kennlinien eines Transistors. Als Beispiel dient hier der bekannte Typ BC 107. Die Kennlinien sind wegen der großen Streuungen nur als Mittelwerte anzusehen.



Siemens, Valvo z.B. gibt eine etwas andere Kennlinie an.
Nun ist zu klären, welcher Kollektorstrom fließt. Das Ausgangskennlinienfeld Bild 5B gibt Auskunft. Allerdings ist diese Grafik etwas schwieriger zu lesen als die linke, denn hier werden gleich drei Größen in Zusammenhang gebracht: Der Kollektorstrom in Abhängigkeit von der Spannung zwischen Kollektor und Emitter, bei unterschiedlichen Werten des Basisstroms. Jede der sechs Kurven gilt für einen bestimmten Basisstrom. Da der Basisstrom auf 20 Milliampere festgelegt wurde, gilt die betreffende Kurve der Grafik. Die Spannung zwischen Kollektor und Emitter (Uce) soll 3,5 Volt betragen, denn die andere Hälfte der Speisespannung fällt am Kollektorwiderstand ab. Punkt P ist der Kreuzungspunkt 3,5 Volt/Basisstrom 20 Mikroampere. Zu diesem Punkt gehört auf der vertikalen Achse der Kollektorstrom 6,3 Milliampere.
Nun sind alle Daten bekannt: Der Basisstrom wurde frei gewählt, die linke Grafik gibt an, auf welche Spannung die Basis eingestellt werden muß, damit dieser Basisstrom fließt. Die Speisespannung war mit 7 Volt vorgegeben; um maximale Aussteuerbarkeit der Stufe zu erreichen, muß bei dieser Speisespannung die Kollektor/Emitter-Spannung 3,5 V betragen. Die rechte Grafik gibt für den gewählten Basisstrom und die Spannung Uce von 3,5 Volt den Kollektorstrom an. Am Kollektorwiderstand steht ebenfalls eine Spannung von 3,5 Volt; der Widerstandswert für Rc kann aus Ic und URc (=3,5 Volt) errechnet werden. Der Stromverstärkungsfaktor ist keineswegs aus der Überlegung verschwunden, er steckt vielmehr in der Grafik 5B; Kollektorstrom Ic geteilt durch Basisstrom Ib. Er beträgt bei der gewählten Einstellung 315.

GEGENKOPPLUNG

Würde man den im vorigen Kapitel besprochenen Verstärker in der beschriebenen Ausführung bauen, dann wäre es ein großer Zufall, wenn er richtig funktionierte. Die Ursache dafür sind die großen Abweichungen auch zwischen Transistoren desselben Typs. Es gibt praktisch keine zwei Exemplare, die in allen ihren Daten völlig übereinstimmen. Die schönen Grafiken gelten also eigentlich gar nicht, sondern stellen Mittelwerte dar.
Außerdem zeigt die Grafik Bild 5A, daß eine kleine Änderung der Basis/Emitter-Spannung bereits zu einer sehr starken Änderung des Basisstroms führt. Wenn sich zum Beispiel die Speisespannung der Schaltung ändert, etwa aufgrund einer Erhöhung der Netzspannung, dann steigt über den Spannungsteiler anteilmäßig auch die Basisspannung, und der Basisstrom steigt stark an. Über den Stromverstärkungsfaktor steigt der Kollektorstrom proportional mit an, erzeugt am Kollektorwiderstand einen viel höheren Spannungsabfall und die ganze, mühsam errechnete Einstellung der Stufe ist zum Teufel. Kurz: Es ist sehr wahrscheinlich, daß sich die Stufe ganz anders einstellt als vorgesehen.
Deshalb muß eine Maßnahme vorgesehen werden, die dafür sorgt, daß der Transistor sich selbst im Zaum hält.
Das geht mit einer Gleichspannungsgegenkopplung; so heißt das Prinzip. Der Emitter liegt nicht mehr unmittelbar an dem negativen Pol der Speisespannung, sondern über einen Widerstand. Seine wichtigste Aufgabe: dafür zu sorgen, daß die Einstellung der Stufe nicht gleich meilenweit wegläuft, wenn sich die Basisspannung etwas ändert.
Bild 6 soll zeigen, wie die Sache funktioniert. Es sei angenommen, daß die Basisspannung ansteigt; der Pfeil soll diese Änderung der Einstellung kennzeichnen. Ohne Widerstand Re würde der Basisstrom stark ansteigen, mit ihm der Kollektorstrom. Aufgrund des nun höheren Spannungsabfalls an Rc würde das Potential am Kollektor stark fallen. Mit Re kann das nicht passieren. Zunächst wollen Basis- und Kollektorstrom ansteigen. Aber am Emitterwiderstand, an dem

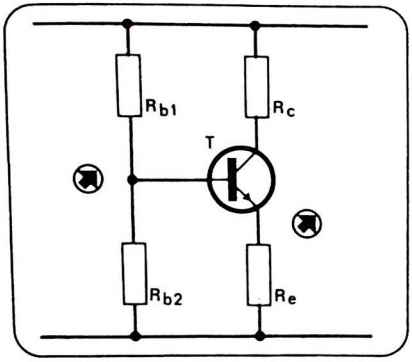


Bild 6. Wenn sich die Gleichspannungseinstellung ändern will, sorgt der Gegenkopplungswiderstand für wirksame Stabilisierung.

er Kollektorstrom ja ebenfalls einen Spanngsabfall erzeugt, „will" die Spannung enfalls ansteigen (siehe Pfeil am Emitter). ieser Spannungsanstieg (der nicht voll, sondern nur sehr schwach auftritt) verringert die Differenz zwischen Basis- und Emitterspannung. Der Ursache allen Übels, nämlich dem angenommenen Anstieg der Basisspannung, wird nun entgegengewirkt. Zwar steigen beide - Basis- und Emitterspannung - um Bruchteile eines Volts an, aber maßgebend für den Basisstrom ist nicht die absolute Spannung an der Basis, sondern die Differenzspannung Ube. Diese ändert sich nur in verschwindend geringem Maße. Mit anderen Worten: Die Schaltung sorgt selbsttätig für eine stabile Gleichspannungseinstellung, denn bei konstanter Spannung Ube ist auch der Basisstrom und mit ihm der Kollektorstrom konstant.

Welchen Wert man dem Widerstand Re in der Praxis gibt, kann noch nicht diskutiert werden, weil von diesem Wert die Wechselspannungsverstärkung der Stufe abhängt. Es sei aber bereits soviel vermerkt: Da der Kollektorstrom an Re einen Spannungsabfall erzeugt, ist die Spannung zwischen Basis un Minuspol der Speisespannung nicht mehr mit 0,7 Volt, sondern höher anzusetzen. Das muß bei der Berechnung des Spannungsteilers beachtet werden. Es ist jetzt aber auch nicht mehr erforderlich, die Basisspannung so furchtbar exakt auszurechnen bzw. einzustellen, denn alle Abweichungen von der richtigen Basisspannung, ob sie durch Speisespannungsschwankungen, durch einen kleineren Rechenfehler oder dadurch zustandekommen, daß die Widerstände sehr große Toleranzen haben, werden vom Emitterwiderstand korrigiert. Der Transistor nimmt sich seine 0,7 Volt, der Widerstand Re schluckt innerhalb bestimmter Grenzen, in denen die Sache funktioniert, den Rest.

VERSTÄRKEN VON WECHSELSPANNUNGEN

Jetzt kann endlich über das gesprochen werden, was eigentlich beabsichtigt ist: das Verstärken von Wechselspannungen mit geringer Amplitude.

Es wurde bereits gesagt, daß die Wechselspannung, die verstärkt werden soll, in einen Strom umgesetzt werden muß, denn der Transistor ist ein Stromverstärker. Inzwischen liegt eine Verstärkerstufe vor, die eine stabile Gleichspannungseinstellung hat, so daß es losgehen kann.

Bild 7 ist die Schaltung eines einstufigen Verstärkers für kleine Wechselspannungen. An der Gleichspannungseinstellung hat sich nichts geändert, aber es sind zwei Kondensatoren zusätzlich in der Schaltung.

Über C1 gelangt das zu verstärkende Eingangssignal auf die Basis des Transistors. Es treten drei Signalströme auf: Über Rb2 nach Minus, über Rb1 und den niedrigen Innenwiderstand des (nicht eingezeichneten) Netzteils ebenfalls nach Minus und der eigentliche Nutzstrom, der über die Basis/Emitter-Strecke ebenfalls nach Minus fließt. Dieser Strom überlagert sich dem bereits vorhandenen Basisgleichstrom, so daß der Gesamtstrom nun ein um einen Ruhestrom, im Takt

des Eingangssignals „schwankender" Gleichstrom ist. Dasselbe gilt für den viel stärkeren Kollektorstrom, auch er enthält die Wechselspannungskomponente. Somit tritt am Kollektorwiderstand die Wechselspannung ebenfalls auf. Betrachtet man eine positive Halbwelle des Eingangssignals, so bewirkt der höhere Basisstrom eine Zunahme des Kollektorstroms, die zu einem stärkeren Spannungsabfall am Kollektorwiderstand führt. Somit fällt die Spannung am Kollektor, wenn die Steuerspannung gerade ansteigt. Das ist eine wichtige Eigenschaft einer solchen Verstärkerstufe: Sie verstärkt nicht nur, sondern invertiert auch das Signal. In Bild 7 ist das deutlich zu sehen. Man drückt diese Erscheinung auch so aus: Das Signal wird um 180 Grad in der Phase gedreht.

Kondensator C2 hat die Aufgabe, die verstärkte Wechselspannung und die Gleichspannung, die immer am Kollektor steht, voneinander zu trennen. Ein Kondensator hat bekanntlich für Gleichspannung einen theoretisch unendlich hohen Widerstand, so daß man Gleich- und Wechselspannungsanteile einer Spannung relativ leicht trennen kann. Diese Trennung ist hier wichtig, denn wenn vom Kollektor aus die Basis einer zweiten, nachfolgenden Transistorstufe gesteuert werden söll, so würden sich ohne diese Trennung die beiden Gleichspannungseinstellungen gegenseitig beeinflussen. Eine direkte Kopplung ist nur möglich, wenn die beiden Gleichspannungseinstellungen von vorneherein gemeinsam betrachtet und berechnet werden.

Kondensator C1 hat dieselbe Aufgabe wie C2. Wenn der Transistor T in Bild 7 nicht von einer vorgeschalteten Transistorstufe gesteuert wird, sondern etwa von einem Mikrofon, könnte ein niedriger Gleichstromwiderstand des Mikrofons die Einstellung verfälschen, wenn kein Kondensator vorgesehen wäre. Aber auch das Mikrofon mag die Gleichspannung (des Spannungsteilers) nicht. Wie groß ist nun der Verstärkungsfaktor der

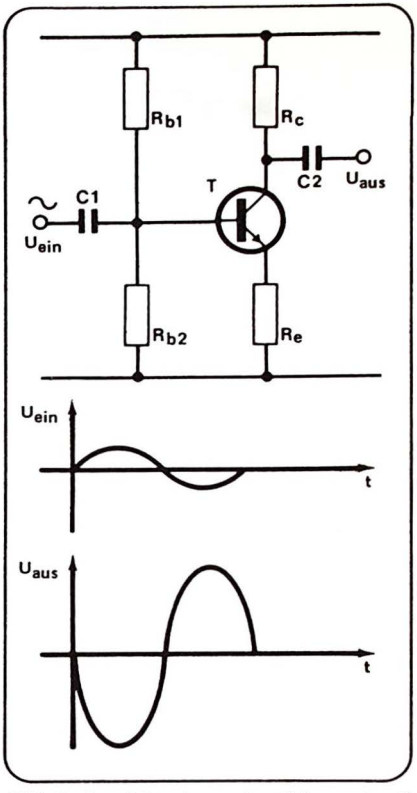


Bild 7. So sieht eine ordentliche und vollständige Verstärkerstufe aus.

Stufe für Wechselspannungen? Je höher man den Wert des Emitterwiderstandes macht, um so besser ist die Stabilisierung der Gleichspannungseinstellung, aber um so geringer ist die Spannungsverstärkung. Sie ist das Verhältnis von Kollektor- zu Emitterwiderstand. Soll eine Stufe nach Bild 7 z.B. den Verstärkungsfaktor 10 haben, so setzt man Re mit 1 Kilo-Ohm ein, wenn Rc den Wert 10 Kilo-Ohm hat.

ZUR PEGELANPASSUNG IN NF-VERSTÄRKERN UND ZUM EXPERIMENTIEREN:

ZWISCHEN VERSTÄRKER

▷ VERSTÄRKUNG: EINSTELLBAR BIS 10-FACH
▷ BANDBREITE: 15 Hz ... 58 kHz (–3 dB)
▷ KLIRRFAKTOR: 0,3 % BEI 1 VOLT AUSGANGSSPANNUNG
▷ STROMVERSORGUNG: 9 VOLT (BATTERIE)/0,5 MILLIAMPERE

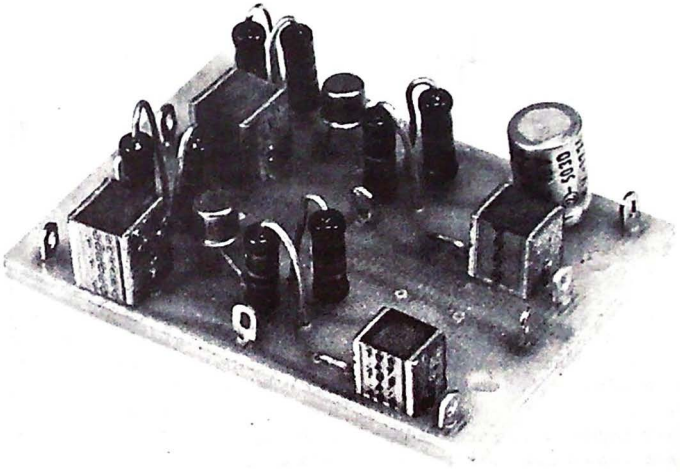
Vor längerer Zeit, nämlich bereits in Heft 5/77, wurde eine einfache, einstufige Impedanzwandler-Stufe beschrieben. Der dazu abgedruckte Print enthielt zwei Drahtbrücken, die nicht notwendig gewesen wären. Das Layout war nämlich bereits auf den „Zwischenverstärker" zugeschnitten, einen einfachen, zweikanalig ausgeführten Verstärker für NF-Wechselspannungen. Der Verstärkungsfaktor kann bis auf 10-fach eingestellt werden.
Was fängt man mit einem solchen Mini-Verstärker an, der noch nicht einmal einen hochohmigen Kopfhörer mit ausreichender Leistung steuern kann? Es kommt bei Leuten, die sich gerne mit NF beschäftigen, immer wieder vor, daß irgendwo der Signalpegel nicht stimmt. Ein Tuner oder ein Rekorder paßt nicht zu einem vorhandenen Endverstärker, weil die Ausgangsspannung zu gering ist. Schaltet man den Eingang des Endverstärkers zwischen verschiedenen Signalquellen um, dann ändert sich die Lautstärke in störendem Maße; man kann dann zwar den Lautstärke-Einsteller des Verstärkers korrigieren, aber es kommt

auch oft vor, daß sich die oft hohe Ausgangsleistung des Verstärkers nicht nutzen läßt, weil der Eingangspegel einfach zu gering ist. Mit dem Zwischenverstärker kann man das Signal eines „schwächeren" Steuergerätes auf den Pegel der anderen Quellen anheben. Aber auch für Experimente kann der Zwischenverstärker dienen; deshalb gibt dieser Beitrag auch ein passendes Gehäuse an.

Diese Baubeschreibung schließt sich an die vorangegangene Besprechung eines einstufigen Wechselspannungsverstärkers an. Da eine zweikanalige Ausführung vorgesehen ist, kann man Stereo-Experimente anstellen, es ist aber auch möglich, die beiden Stufen hintereinander zu schalten, so daß man auf einen Gesamtverstärkungsfaktor von 100 kommt, wenn man das Potentiometer voll aufdreht.

Das Potentiometer ist die einzige Erweiterung gegenüber der Verstärkerstufe, die im vorstehenden Beitrag als letzte beschrieben wurde. Das Poti hat wie in jedem Verstärker die Funktion eines Lautstärke-Einstellers, es ist deshalb natürlich eine logarithmische Ausführung.

Bild 1 zeigt die Gesamtschaltung, also beide Kanäle. Außer dem R5 enthält die Schaltung an Neuigkeiten nur die 9 Volt-Batterie zur Stromversorgung und einen parallel zur Speisespannung liegenden Elko C4, der die Batterie „puffert", wie das genannt wird. S1 ist der EIN/AUS-Schalter, dann braucht man, wenn das Verstärkerchen in ein Gehäuse eingebaut ist, nicht erst dieses Gehäuse aufzuschrauben und die Batterie ab- und anzuklemmen.



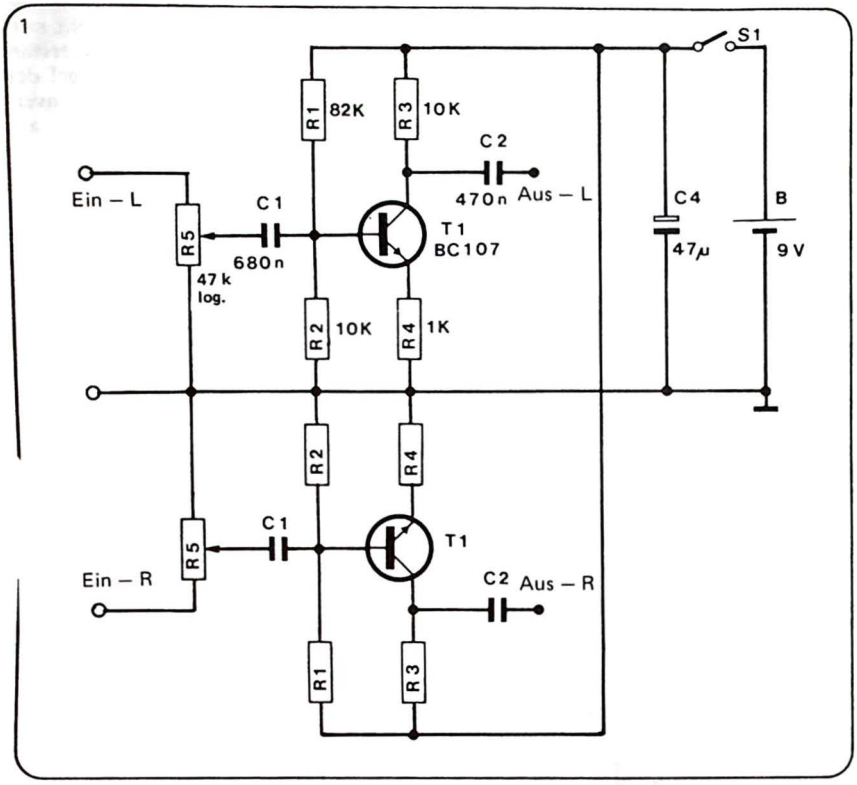


Bild 1. Die Schaltung des Zwischenverstärkers für zwei Kanäle. Bezüglich der Erläuterung der Schaltungsfunktion sei auf den Beitrag Seite 24 verwiesen, der den theoretischen Teil bildet.

BAUHINWEISE

In Bild 2 ist, im Rahmen der Stückliste, das Printlayout nochmals angegeben, Bild 3 zeigt den Bestückungsplan für die Ausführung des Prints als Verstärker.

Das Bestücken beginnt man zweckmäßigerweise mit den beiden Drahtbrücken in der Verlängerung von Kondensator C2, damit diese Verbindungen nicht vergessen werden. Die Widerstände sind senkrecht zu montieren, diese Anordnung spart Platz auf dem Print, deshalb kann der Zwischenverstärker so klein aufgebaut werden.

Der Puffer-Elko kommt nur im linken Kanal vor; verwendet man die beiden Printhälften getrennt, so ist C4 auf beiden Prints vorzusehen.

Der Elko, die Batterie und die beiden Transistoren sind die einzigen Bauelemente, die beim Bestücken besondere Aufmerksamkeit

Stückliste

WIDERSTÄNDE 1/4 WATT, 5%

R1 (2x)	=	82 k -Ohm
R2 (2x)	=	10 k -Ohm
R3 (2x)	=	10 k -Ohm
R4 (2x)	=	1 k -Ohm
R5	=	47 k -Ohm, Stereo-poti, log.

SONSTIGES

S1	= Miniatur-Kippschalter, 1xEIN
B	= Batterie 9 V
2	x DIN-Stereo-Flanschsteckdose
1	x Anschlußclip für 9 V-Batterie
12	x Lötstifte RTM
12	x Steckschuhe RF
1	x Gehäuse Teko 3/B
4	x Abstandsröhrchen 5 mm lang
8	x Zyl.-Kopf-Schlitzschr. M3 x 10
8	x Muttern M3
1	x Bedienungsknopf für Poti
1	x Print nach Bild 2

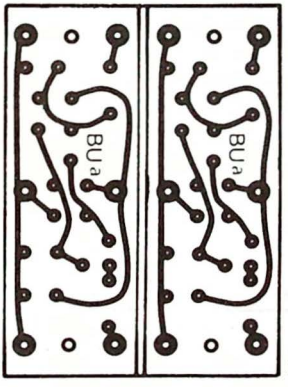
HALBLEITER

T1 (2x) = BC 107 (o.ä., z.B. BC 547)

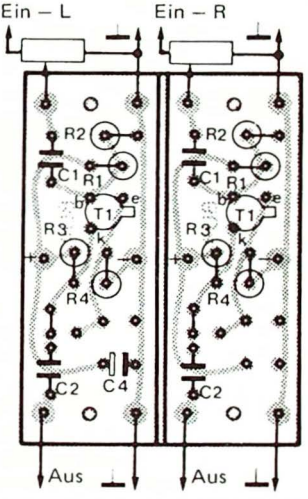
Baukosten-Voranschlag
DM 27.-
mit Gehäuse

KONDENSATOREN

C1 (2x)	= 680 nF, z.B. Siemens MKH, RM 7,5
C2 (2x)	= 470 nF, weiter wie C1
C3	= entfällt
C4	= 47 µF, 16 V, RM 5



2



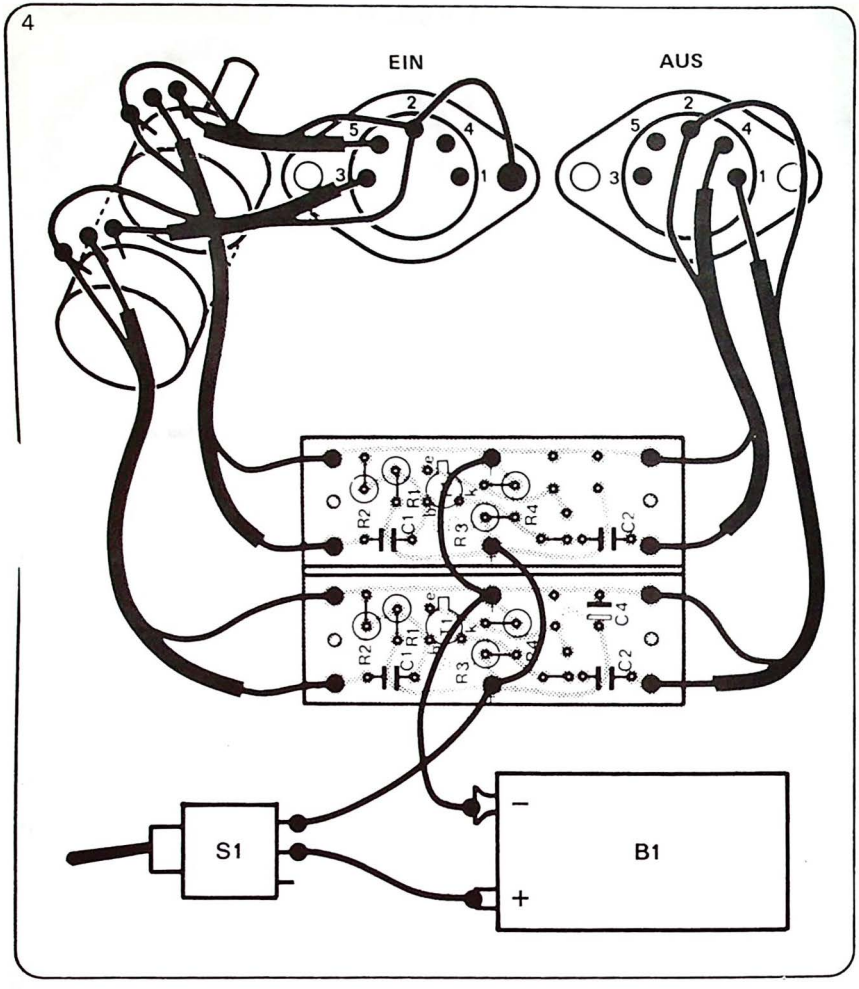
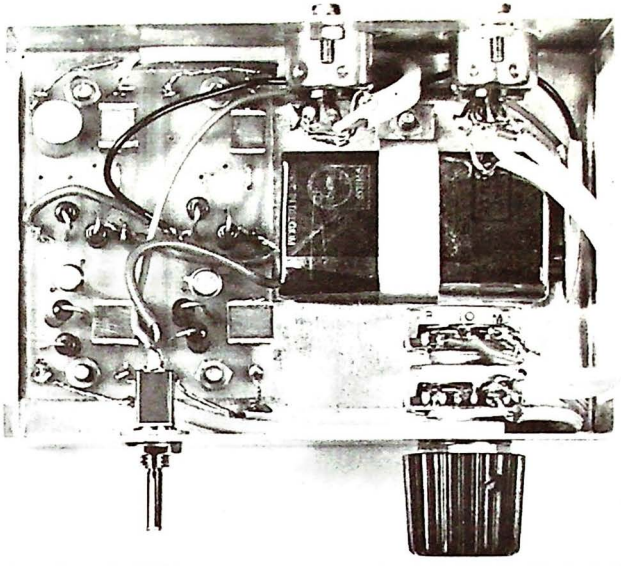
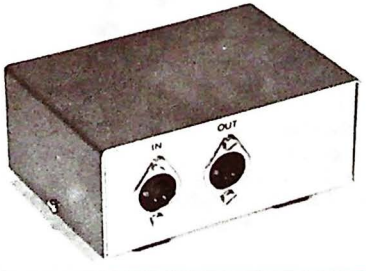


Bild 4. Als komplettes Gerät muß der Verstärker auch Ein- und Ausgangsbuchsen haben und autonom mit einer eigenen Stromversorgung gespeist werden. Diese Forderung führt natürlich zu einer Menge Verdrahtung, deshalb ist hier ein Verdrahtungsplan angegeben. Die aus den breit gezeichneten Kabeln „herauskommenden" dünneren Leitungen sind die Abschirmung, das Drahtgeflecht eines „Diodenkabels", wie die Tonfrequenzleitung auch heißt.



verlangen. Hier muß nämlich darauf geachtet werden, daß der richtige Anschluß in die richtige Printbohrung kommt.

Den Print kann man fest in ein Gerät einbauen, das eine zu geringe Ausgangsspannung hat. Will man ein komplettes Gerätchen für Experimente haben, dann informiert die Stückliste über ein passendes, preiswertes Gehäuse.



In die Frontseite kommen zwei Bohrungen für Poti und Schalter. Auf der Rückwand werden die DIN-Stereobuchsen für Ein- und Ausgang montiert. Die Grundfläche des Gehäuses bietet ausreichend Platz für Print und Batterie.

Zu beachten ist, daß zwischen den beiden Prints vom Layout her keine Verbindungen bestehen. Dies bedeutet, daß die beiden Speisespannungsleitungen von einem zum anderen Print durchgeschleift werden müssen.

MKT=MKH ≙ MKC=MKM

Mit der vorliegenden Ausgabe tauchen in den Stücklisten zu den Baubeschreibungen „MKH" – Kondensatoren auf. Damit soll aber keineswegs der Eindruck hervorgerufen werden, daß beim Leser oder bei seinem Fachhändler vorhandene andere Typen, insbesondere die bekannten MKM's, nicht verwendungsfähig sind.

Die Typenvielfalt beruht nicht zuletzt auf der Gründlichkeit, mit der deutsche „Normierer" arbeiten. So etwas dauert eben, und in der Zwischenzeit haben n Hersteller n+a verschiedene Typen mit (n+a) +b verschiedenen Bezeichnungen herausgebracht.

Was man über die verschiedenen Typen von metallisierten Kunststoffolienkondensatoren wissen sollte, sagt der folgende Beitrag, und zwar ebenfalls mit angemessener Gründlichkeit (Red.)

über

W. F. Jacobi
Köln

Neben Keramik- und Elektrolyt-Kondensatoren sind metallisierte Kunststoffolien–Kondensatoren in fast jeder P.E. – Schaltung vorgesehen. Entsprechend den Anfangsbuchstaben heißen sie MK-Kondensatoren. Es gibt viele Typen davon, weshalb dem MK noch ein Buchstabe, z.B. ein „C" angehängt wird, was MKC ergibt.

Zwar ist die Kennzeichnung dieser Kondensatoren in einem DIN-Blatt genormt, aber eine Norm kann erst in jahrelanger Sitzungsarbeit aufgestellt werden, wenn nämlich verschiedene, aber ähnliche oder gar gleiche Produkte mit unterschiedlichen Bezeichnungen normenswert geworden sind. Da gab es lange Jahre z.B. Miniatur-Steckdosen und -Stecker, die überall nur Tuchel-Stecker hießen, genannt nach

dem Konstrukteur und Hersteller. Heute nennt man sie nur noch DIN Dioden-Steckdosen und -Stecker.

So gab es z.B. auch von Siemens schon lange vor der Kennbuchstabennorm den metallisierten Kunststoffolien-Kondensator MKM. Auf die bei den Anwendern eingeführten Buchstaben möchte Siemens nur ungern verzichten, und so schreiben „sie" dort noch 1978 hinter „ihren" Buchstaben MKM nur in Klammern die entsprechenden DIN-Buchstaben MKC, es heißt also stolz: MKM (MKC).

Was bedeuten nun die jeweils dritten Buchstaben, oder anders gefragt: Wovon sind sie abgeleitet? Eigentlich hätte es ein P sein können, denn die metallisierte Kunststoffolie fängt fast nur mit P an, nämlich Poly...! Jetzt aber kommt das Problem. Es gibt solche Kondensatorfo-

seit etwa Mitte 1977 statt der MKM einen anderen Typ anbietet. Er heißt MKH und nach DIN MKT (also mit Polyäthylen*t*erephtalat).

Das Nachstehende gilt nur für die Siemens MKH in *stehender* Ausführung und *ohne* Einbau in Kunststoffbecher:

Händler bieten in Angeboten in Elektronikzeitschriften immer häufiger Siemens MKH statt früher MKH an. Für die von P.E. vorgesehene Verwendung sind MKH und MKM gleichwertig, also austauschbar. Die Kapazitätstoleranz ist ebenfalls ±5%, es soll Siemens MKH heute aber auch in ±10% geben. Wenn Siemens eines Tages von der hauseigenen Bezeichnung auf die DIN-Bezeichnung übergeht, werden mit großer Wahrscheinlichkeit die Händler, dann aber auch mit Sicherheit P.E. folgen.

metallisierte Kunststoffolien-Kondensatoren

lien u.a. aus Polystyrol, Polycarbonat, Polyäthylen*t*erephtalat, Poly*p*ropylen oder Polyester. Beim MKM (Siemens-Bezeichnung) = MKC (DIN-Bezeichnung) stammt der von Siemens angehängte Buchstabe M von dem Handelsnamen *M*akrofol der verwendeten Polycarbonatfolie, der DIN-Buchstabe C dagegen von dem bereits erwähnten Polycarbonat.

Wenn in den P.E.-Stücklisten jetzt statt MKM nun MKH steht, dann nicht deshalb, weil etwa Siemens die Typen umgenannt hat. Es ist vielmehr so, daß Siemens

Von den bekannten Wima-Kondensatoren gibt es seit einiger Zeit auch die Werte von 10 nF bis 1 µF in der Reihe E6 als MK's im Rastermaß (RM) 7,5 mm, mit der Toleranz ±10%, und zwar „gebechert". Sie sind mit den Siemens MKH und MKM austauschbar. Wima verwendet als Folie Polyterephtalsäureester, abgekürzt (und bekannter) Polyester, die Kennbuchstaben sind daher MKS (Typ 3). Wima MKS 3 findet man bisher noch kaum in Angeboten.

POWER BLINK ZENTR

Eine sogenannte Blinkzentrale ist in Modellbauerkreisen ein beliebtes Gerät, weil es oft entscheidend mit dazu beiträgt, „Leben" in ein Modell oder in eine Anlage zu bringen. Warnblinker an Bahnübergängen, blinkende Leuchtreklamen und andere Anwendungen intermittierend arbeitender Lampen sind wirkungsvolle Effekte. Bei den Bausätzen, die für Blinkzentralen angeboten werden, sind äufig Kompromisse festzustellen. Mit insgesamt 3 Ampere „Blinkstrom" ellt die „Power-Blinkzentrale" zahlreichen Verbrauchern gleichzeitig ausreiıend elektrische Energie zur Verfügung. Der Strom verteilt sich auf zwei .usgänge, die im Gegentakt arbeiten, was die Effektmöglichkeiten erwei-ert. Ein weiterer Vorteil der Schaltung besteht darin, daß die beiden Ausgänge unterschiedlich belastet werden dürfen, ohne daß die Funktion der Schaltung gestört wird.

Die Schaltung läßt sich außerordentlich preiswert nachbauen, allerdings enthält sie kein Netzteil, lediglich einen Vorschlag, wie man ein Netzteil ausführen kann. In vielen Fällen dürfte ein passender Netztrafo vorhanden sein, so daß sich die zusätzlichen Kosten im Rahmen halten. Ein Gehäusevorschlag fehlt in diesem Beitrag aus gutem Grund, denn außer einem Schalter für die Blinkanlagen sind keine Bedienungselemente erforderlich, und zumindest bei Modellbahnen versteckt man diese Art von Zusätzen sowieso. Dank der ausführlichen Bau- und Funktionsbeschreibung dürfte der erfolgreiche Nachbau jedem möglich sein.

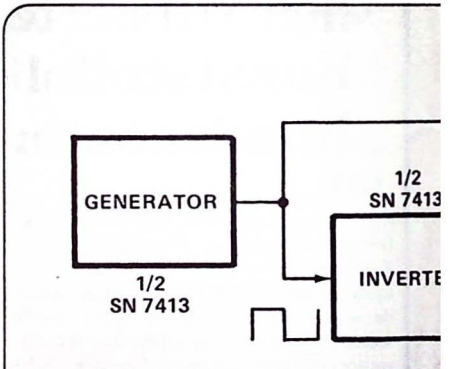
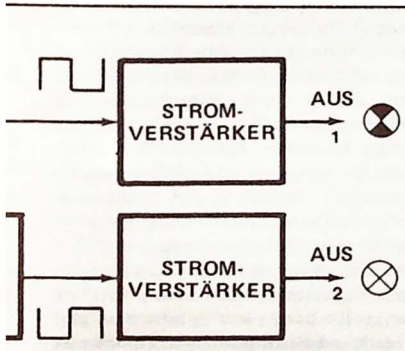


Bild 1. Die Funktionsgruppen der Blinkzentr in TTL-Technologie mit einem IC 7413 au muß ein Inverter das Gegenphasen-Signal erz treiben zu können. Der Inverter arbeitet mi Trigger. Die beiden Stromverstärker sind v

ALE

- FREQUENZ: ZWISCHEN 0,5 HERTZ UND 5 HERTZ
- AUSGANG: ZWEI AUSGÄNGE IN GEGENPHASE
- MAXIMALER LASTSTROM: 2 x 1,5 AMPERE
- BELASTUNGSUNABHÄNGIGE FUNKTION
- SPEISESPANNUNG: 6 VOLT

Wer sich schon länger mit der Elektronik beschäftigt, der weiß, daß eine Blinkschaltung einen Generator braucht, der völlig selbständig wechselnde Spannungspegel erzeugt. Soll ein solcher Generator größere Lasten steuern können (mehrere Glühlämpchen sind als Last für eine Transistorschaltung meist schon zu viel), so ist zwischen dem Generator und der Last ein Leistungsverstärker erforderlich, der dafür sorgt, daß die Schaltung ausreichend Strom an die Lampen liefern kann.



(Blockschaltbild). Der Rechteckgenerator ist führt, hat aber nur einen Ausgang. Deshalb n, um zwei Lampengruppen gegenphasig be- m zweiten, im IC 7413 enthaltenen Schmitt- dentisch aufgebaut, sie steuern die Lampen.

Im Prinzip der Schaltung und ihrer „(Bau-) Gruppentheorie" sind somit keine Elemente enthalten, die nicht schon in P.E. beschrieben bzw. angewandt worden sind.

Als Generator dient ein mit einem TTL-IC 7413 aufgebauter „astabiler Multivibrator"; ein alter Bekannter übrigens, denn diese Schaltung ist auch in der FBI-Sirene, (P.E. Heft 1/76) enthalten, sie wurde für den vorliegenden Einsatzzweck nur geringfügig abgeändert.

Ein solcher astabiler Multivibrator (AMV) hat zunächst nur einen Ausgang; sollen zwei Lampengruppen gegenphasig gesteuert werden (die Lampen der einen Gruppe leuchten, wenn die der anderen Gruppe aus sind), so muß ein zweiter Ausgang geschaffen werden, der das gegenphasige (oder invertierte) Signal abgibt.

Das TTL-IC 7413 enthält zwei Schmitt-Trigger, von denen einer das Kernstück des Multivibrators bildet. Der andere im IC integrierte Trigger kann zum Invertieren des Multivibratorsignals dienen, dies ist mit denkbar geringem elektronischen Aufwand möglich.

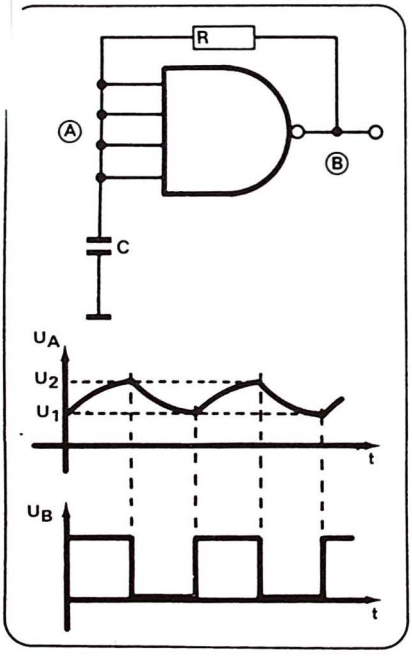
Aus vorstehenden Ausführungen folgt unmittelbar die Blockschaltung, die angibt, welche Funktionsgruppen in der Schaltung ent-

halten sind und in welcher Weise sie zusammenwirken (Bild 1).
Der Generator (hier ein AMV) erzeugt ein Rechtecksignal mit sehr niedriger Frequenz, sein Ausgang steuert einen ersten Stromverstärker unmittelbar; außerdem wird das AMV-Ausgangssignal invertiert. Am Ausgang des Inverters liegt der Eingang des zweiten Stromverstärkers.

DER ASTABILE MULTIVIBRATOR IN TTL - TECHNOLOGIE ALS RECHTECK-GENERATOR

Bild 2 zeigt im Prinzip, wie mit dem Schmitt-Trigger, von denen zwei Stück im TTL-IC 7413 enthalten sind, ein astabiler Multivibrator geschaltet werden kann.

Bild 2. Prinzip eines Trigger-Multivibrators.



Nach dem Einschalten der Speisespannung ist der Kondensator C zunächst noch entladen, somit sind die vier Eingänge des Triggers auf Null. Der Trigger invertiert die Eingangszustände, so daß sein Ausgang hohes Potential hat. Somit kann sich der Kondensator über den Widerstand R aufladen. Dabei steigt die Spannung am Kondensator und an den Triggereingängen. Sobald die Spannung UA den Betrag U2 erreicht (Grafik in Bild 2), kippt der Trigger, seine Ausgangsspannung UB wird schlagartig Null. Nun entlädt sich der Kondensator, so daß die Spannung UA praktisch unmittelbar unter den Betrag UB fällt. Es passiert aber noch nichts, denn der Trigger hat eine „Hysterese"; erst wenn die Eingangsspannung auf den Betrag U1 gefallen ist, kippt der Trigger in den anderen Zustand, der durch hohe Spannung am Ausgang gekennzeichnet ist.
Wie schnell die Ausgangszustände des Triggers sich ändern, hängt von den Werten R und C ab. Eine volle Periode der erzeugten Rechteckspannung wird zwischen zwei gleichartigen Vorgängen gemessen, z.B. zwischen zwei Sprüngen der Ausgangsspannung von Null auf hohes Potential. Die Anzahl der Perioden, die von der Ausgangsspannung während einer Sekunde „absolviert" werden, nennt man Frequenz. Für eine Blinkschaltung muß die Frequenz sehr niedrig sein, sie liegt ganz grob gesehen in der Größenordnung 1 Hertz. Damit sich die Lade- und Entladevorgänge in der Schaltung möglichst langsam abspielen, muß der Kondensator eine hohe Kapazität haben (dann „läuft" er langsam „voll" bzw. „leer"), oder man gibt dem Widerstand einen großen Wert, dann ist der Lade- bzw. Entladestrom gering, auch dies führt zu langen Zeiten. Beiden Maßnahmen sind jedoch Grenzen gesetzt. Bei den erforderlichen Kapazitätswerten haben die Kondensatoren bereits unhandliche Abmessungen und sind zudem sehr teuer. Der Widerstandswert darf aus Gründen, die mit der Innenschaltung des TTL-ICs zu tun haben,

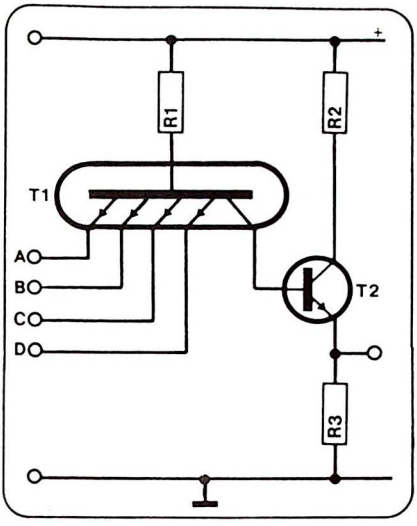


Bild 3. Typische Eingangsstufe eines TTL-ICs.

nicht viel höher als (nur) ca. 500 Ohm sein. Zwar geht das IC nicht kaputt, wenn man R zu groß macht, aber die Schaltung schwingt einfach nicht mehr.

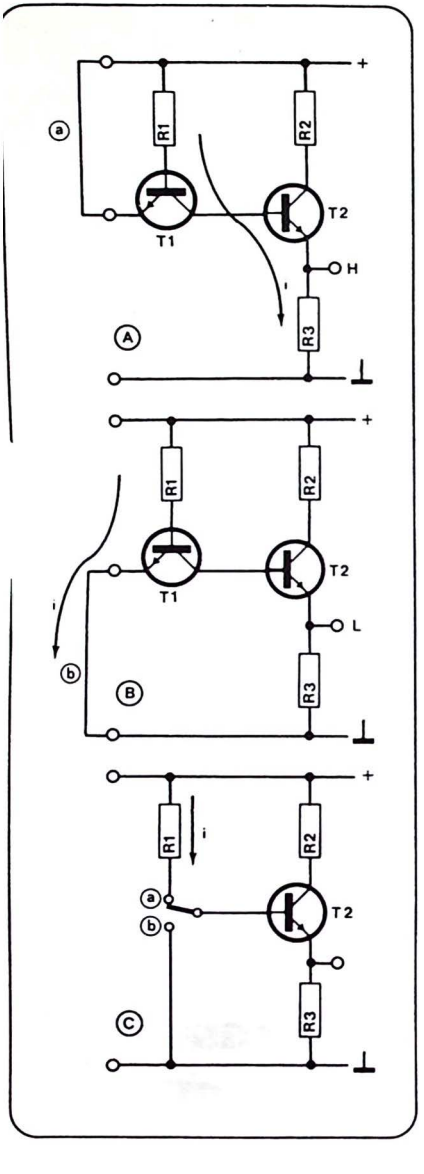
Im allgemeinen braucht ein Entwickler elektronischer Schaltungen nicht zu wissen, was in einem IC „drin" ist. Die „Black Box" muß nach Vorschrift beschaltet werden, dann tut sie fast immer, was sie tun soll. Die TTL-ICs enthalten jedoch relativ unkomplexe Transistorschaltungen, so daß das Problem eines sehr niederfrequent schwingenden Multivibrators zum Anlaß genommen werden soll, doch einmal einen Blick in den schwarzen Kasten zu werfen.

Bild 3 zeigt die Eingangsstufe eines (der beiden) Schmitt-Triggers, wie er im 7413 enthalten ist. T1 ist ein sehr merkwürdig aussehender Transistor. Er hat nämlich statt einem gleich vier Emitter, die mit den vier Eingängen des Triggers verbunden sind, bzw. diese Eingänge sind. Die Basis von T1 liegt über Widerstand R1 an der positiven Speisespannung, der Kollektor steuert die Basis des Transistors T2 in der folgenden Stufe.

Die Stufe mit T1 funktioniert nach einem in P.E. bisher noch nicht beschriebenen Schaltungsprinzip. Normalerweise steuert ein Signal die Basis eines Transistors. Ist das Basispotential um mindestens 0,7 Volt höher als die Emitterspannung, dann geht der Transistor in den Leitzustand, es fließt Kollektorstrom.

Daß auch Emitter-Steuerung funktioniert, zeigt Bild 4. Der Übersicht halber ist von den vier Emittern nur einer eingezeichnet. In Bild 4a hat der Emitter hohes Potential, er liegt über die Verbindung a an der positiven Speisespannung. Da auch die Basis über R1 an dieser Spannung liegt, tritt zwischen Basis und Emitter keine Differenzspannung auf, die Steuerstrecke Basis-Emitter ist gesperrt. Dies bedeutet, daß man die die Basis/Kollektor-Strecke für sich betrachten kann; es handelt sich hierbei um eine Diode, die in Flußrichtung in einem Stromkreis liegt, der von Plus über R1, Basis-Kollektor T1, Emitter-Basis von T2 und weiter über R3 nach Masse führt. Der Strom i steuert die Stufe T2 in den Leitzustand. Der relativ geringe Strom i und der größere Strom in der Kollektor/Emitterstrecke von T2 erzeugen an R3 einen Spannungsabfall, so daß

Baukosten-
DM 16,-
Ohne Netzteil
Voranschlag



der Ausgang eine gegen Masse hohe positive Spannung führt (H von „high").
In Bild 4b liegt der Emitter-Eingang von T1 an Masse. Über R1 fließt nun Steuerstrom in der Basis/Emitter-Strecke von T1. Dieser Transistor würde nun leiten, wenn es was zu leiten gäbe; jedenfalls kann seine Kollektor/Emitter-Strecke als Kurzschluß aufgefaßt werden. Mit Strom über R2, Basis-Kollektor von T2 und den leitenden T1 nach Masse ist nichts, denn die Basis/Kollektor-Diode von T2 liegt in Sperrichtung. Die Basis von T2 liegt also auf Null, ebenso wie der Emitter von T2 (über R3). An R3 fällt keine Spannung ab, weil in T2 kein Strom fließt. Somit ist die Ausgangsspannung Null (L von „low").
In Bild 4c ist der Transistor durch einen Umschalter ersetzt, dessen zwei Schaltstellungen den in den oberen Darstellungen angegebenen Situationen zugeordnet werden können. In der eingezeichneten Schalterstellung leitet Transistor T2, weil der Steuerstrom i fließt, in der anderen Stellung ist T2 gesperrt.
Was passiert, wenn die Verbindung a in Bild 4a bzw. b in Bild 4b nicht als direkte Verbindung ausgeführt wird, sondern über einen Widerstand zustande kommt? In Bild 4a ändert sich nichts, denn in der Emitterleitung von T1 fließt sowieso kein Strom (wenn man den sehr kleinen Sperrstrom des Transistors vernachlässigt), somit fällt an diesem Reihenwiderstand im Eingang auch keine Spannung ab, die irgend etwas bewirken könnte.
Anders sieht es aus, wenn der Emitter von T1 über einen Widerstand mit Masse verbunden wird. Diese Situation zeigt Bild 5.
Es fließt - wie in Bild 4b - wieder der Strom i, jedoch liegt im Stromkreis jetzt zusätzlich

Bild 4. So funktioniert die Emittersteuerung im Eingang eines TTL-ICs. Der Eingang wird einmal an die positive Speisespannung, dann an die Masse gelegt. Wie Bild 4c zeigt, ist der erste Transistor T1 im Grunde ein Umschalter.

der mit Rx bezeichnete Widerstand, an dem der Strom i einen Spannungsabfall U erzeugt; die Spannung U ist um so höher, je höher der Wert von Rx gewählt wird. Es entsteht eine Situation nach Bild 6, hier ist der Transistor wieder durch einen mechanischen Schalter ersetzt.

Die Basis von Transistor T2 liegt nun nicht mehr an Masse, wie in Bild 4b, sondern am Knotenpunkt eines Spannungsteilers aus R1 und Rx. Solange Rx einen kleinen Wert hat, sperrt T2 sicher. Macht man den Wert von Rx aber zu hoch, so kann T2 Basisstrom ziehen und kommt mehr oder weniger ausgeprägt in den Leitzustand. Dieser unerwünschte Zustand entsteht, wenn der Wert von Rx über ca. 500 Ohm liegt.

Wer bis hierhin mitgedacht hat, wird sich sagen: Ist ja alles gut und schön und mag ja stimmen, aber es geht doch gar nicht um einen Widerstand zwischen dem Eingang des Schmitt-Triggers und Masse, vielmehr zwischen dem Eingang und dem Ausgang, nämlich R in Bild 2, der nicht zu groß werden darf!

Auf den ersten Blick ist der Einwand richtig, aber der Ausgang des Triggers ist die „Instanz", die den Emittereingang zwischen Plus und Masse umschaltet. Wenn der Ausgang L ist, also auf Masse liegt, dann tritt der betrachtete problematische Fall ein, bei dem Rx nicht zu groß werden darf, weil sonst die Stufe T2 nicht mehr in den Sperrzustand kommt und der gesamte Trigger in dem einmal erreichten Zustand verbleibt, so daß die Schaltung nicht mehr schwingt.

Es muß somit nach einer Möglichkeit gesucht werden, bei welcher der Kondensator C in Bild 2 über einen hochohmigen Widerstand ge- und entladen wird, während der Eingang des Triggers in der L-Phase des Ausgangs ausreichend niederohmig mit Masse verbunden ist. Bild 7 zeigt die passende Lösung.

Das RC-Glied R1/C, dessen Bemessung die Multivibratorfrequenz bestimmt, liegt mit

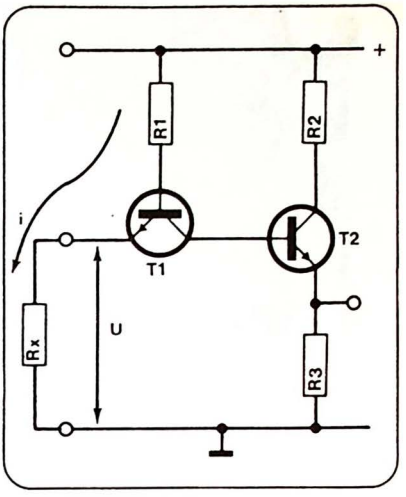
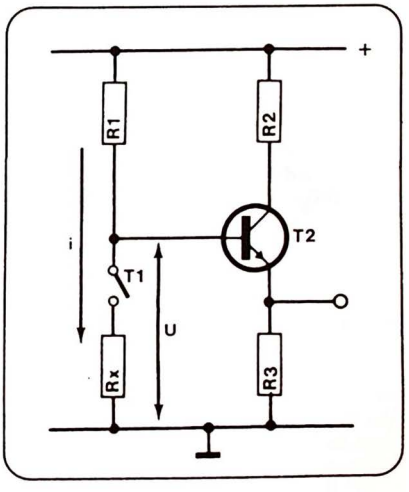
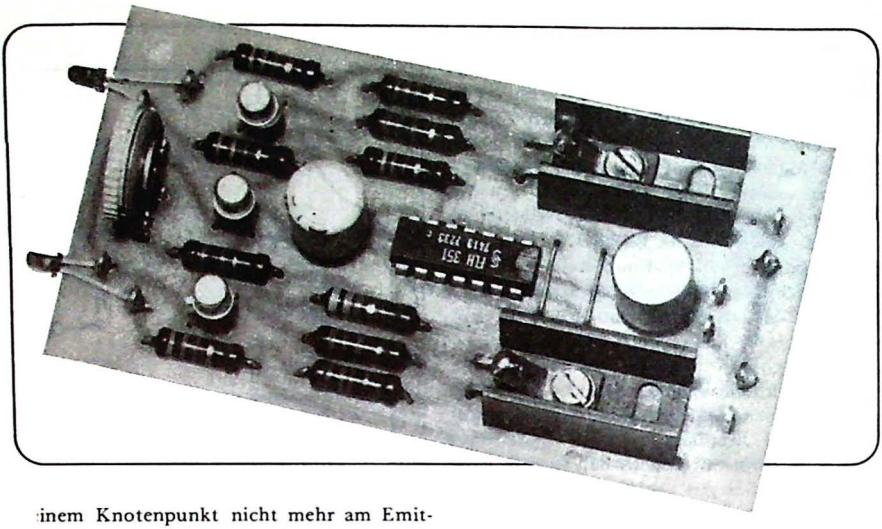


Bild 5. Mit einem Widerstand (Rx) statt einer Masseverbindung wird die Sache kritisch.

Bild 6. T1 aus Bild 5 als Schalter dargestellt.





inem Knotenpunkt nicht mehr am Emitreingang des Triggers, sondern an der Basis ines zusätzlichen Transistors. Die vier zusammengeschalteten Emitter des Eingangs sind mit dem Emitter dieses Transistors T1 verbunden.

Eine Transistorstufe, deren Kollektor unmittelbar an der Speisespannung liegt, während der Emitter den Ausgang der Stufe bildet, wurde bereits häufiger in P.E. beschrieben. Es handelt sich um einen Emitterfolger, eine Transistorschaltung, die das Eingangssignal weder verstärkt noch etwa invertiert. Die Stufe gestattet es aber, den Widerstand in der Emitterleitung sehr niederohmig zu machen. Diese Art Schaltung ist für den vorliegenden Zweck ideal. R2 wird mit 330 Ohm angesetzt, so daß der Triggereingang in seiner Funktion mit Sicherheit nicht gestört wird. Da das Signal am Emitter von T1 eine getreue Kopie des Signals an der Basis ist, kann die Basis als „neuer" Eingang des Triggers betrachtet werden. Dieser Eingang ist nun „widerstandsmäßig" vom Eingang des Triggers entkoppelt, so daß R1 im frequenzbestimmenden RC-Netzwerk sehr groß bemessen werden kann.

Die Schaltung in Bild 7 ist das Kernstück der Blinkzentrale. Macht man Widerstand R1 in seinem Wert einstellbar (Poti), so läßt sich die Frequenz in einem bestimmten Bereich wählen. Wie dieser Schaltungsteil endgültig aussieht, zeigt später das Gesamtschaltbild.

DER INVERTER

Am Ausgang des Multivibrators entsteht eine Spannung, die periodisch zwischen Plus und Masse wechselt (Rechteckspannung). Mit diesem Signal kann unter Zwischenschaltung eines Stromverstärkers eine Lampengruppe gesteuert werden. Wie es einleitend bereits hieß, soll aber auch eine zweite Lampengruppe gegenphasig gesteuert werden. Wenn die Lampen der einen Gruppe leuchten, sollen die der anderen aus sein und umgekehrt. Mit anderen Worten: Die zweite Gruppe muß mit einem Signal gesteuert werden, das zu dem Ausgangssignal des Multivibrators gegenphasig ist, aus L muß H und aus H muß L werden.

Eine passende Inverterschaltung ist ganz in der Nähe, denn das TTL-IC 7413 enthält

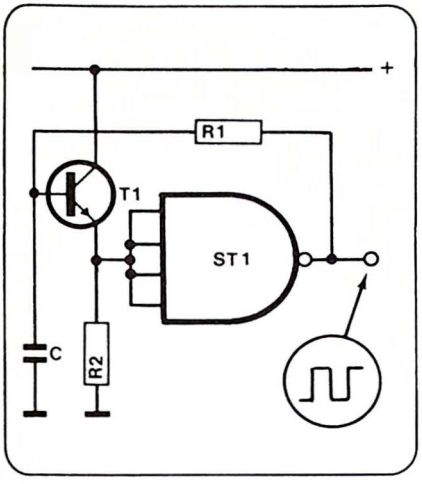


Bild 7. Der zusätzliche Emitterfolger T1 in der Rückführung löst das Problem.

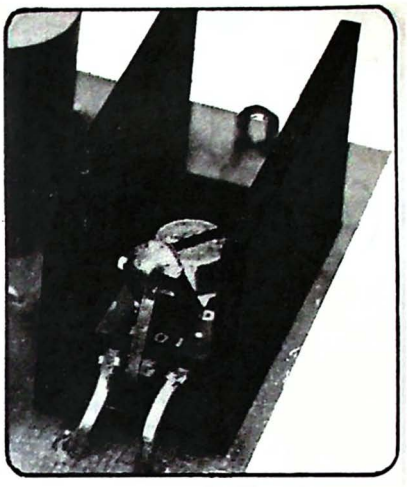
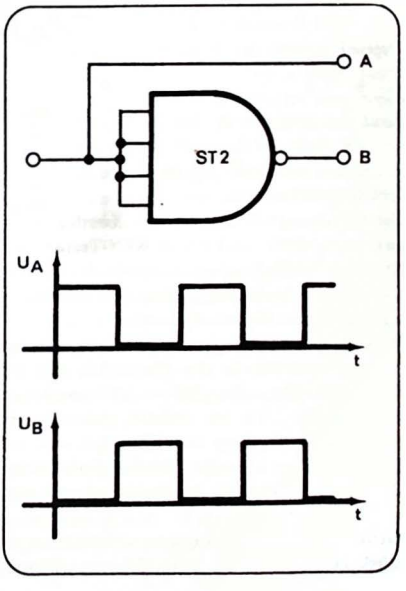


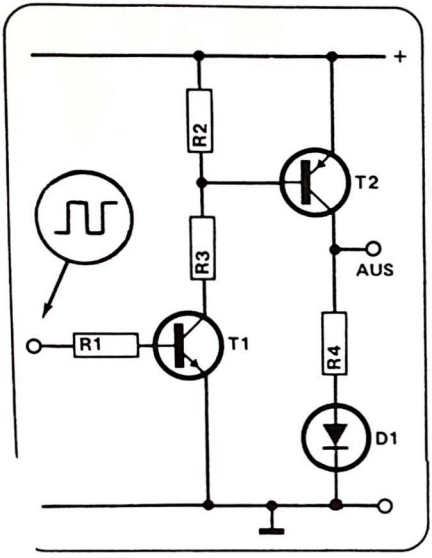
Bild 8. Ein TTL-Schmitt-Trigger kann als Inverter dienen; er invertiert sein Eingangssignal

zwei identische Schmitt-Trigger, von denen im Multivibrator nur einer benötigt wird. Aus dem beschriebenen, prinzipiellen Verhalten geht hervor, daß ein Schmitt-Trigger, wie er im 7413 enthalten ist, auch als Inverter zu gebrauchen sein müßte. Wenn das Signal unter dem Schwellenwert liegt, ist die Ausgangsspannung hoch; aus L wird also H und umgekehrt. Wie Bild 8 im Grafik-Teil zeigt, hat das Signal UB am Ausgang des Triggers ST2 die umgekehrte Phasenlage zu dem Signal UA, das vom Ausgang des Multivibrators kommt. Die beiden Signale sind gegenphasig oder invers, wie man auch sagt. Mit den Signalen A und B werden die beiden Stromverstärker gesteuert.

DIE STROMVERSTÄRKER

TTL-ICs können manches, aber nicht einen Strom von 1,5 Ampere an einen an ihrem Ausgang angeschlossenen Verbraucher abgeben. Es ist deshalb für je eine Lampengruppe eine Stromverstärkerstufe erforderlich. Diese





ild 9. Der Stromverstärker besteht aus einem NPN-Transistor (T1) und einem PNP-Typ (T2), die den Steuerstrom verstärken.

Funktionsgruppen in der Blinkzentrale setzen ein H-Signal in einen Strom um; bei L dagegen fließt kein Strom durch die angeschlossenen Lampen.

Die Schaltung (Bild 9) ist eine Kombination aus einem PNP- und einem NPN-Transistor. Es handelt sich hier um nur einen der beiden Verstärker; da sie völlig identisch aufgebaut sind, wird nur einer besprochen.

Wenn die Eingangsspannung L ist, sperrt der erste Transistor. In der Kette R2, R3, T1 fließt kein Strom, so daß an R2 keine Spannung abfällt; T2 ist deshalb ebenfalls gesperrt. Der Ausgang liegt über R4 und die LED (Licht emittierende Diode oder Leuchtdiode) an Masse, die angeschlossenen Lampen leuchten nicht.

Geht die Eingangsspannung des Stromverstärkers auf H, dann zieht der erste Transistor über R1 Basisstrom. Der nun in der Kollektorkette fließende Strom erzeugt an R2 einen Spannungsabfall. Jetzt ist zwischen Basis und Emitter von T2 eine Differenzspannung vorhanden, T2 geht in den Leitzustand. Vom Pluspol aus fließen zwei Ströme: einmal durch T2, R4 und die LED D1 (die nun leuchtet) nach Masse, zum anderen durch T2 und die am Ausgang angeschlossenen Lampen nach Masse. Die LED dient somit nur zur „Blinkkontrolle"; wenn man auf eine solche Funktionskontrolle verzichten will, können in einem oder in beiden Verstärkern D1 und R4 weggelassen werden.

GESAMTSCHALTUNG

Bild 10 zeigt die vollständige Schaltung der Power-Blinkzentrale, allerdings ohne Netzteil. ST1 und seine Beschaltung bilden den Multivibrator (Rechteckgenerator). Die Blinkfrequenz bestimmt sich durch die Bemessung der Bauelemente R2, R3 und C2. R2 ist als Poti (bzw. Trimmer, Stellwiderstand) ausgeführt, damit man die Blinkfrequenz auf einen bestimmten Takt einstellen kann. Mit der gewählten Dimensionierung ergibt sich ein Einstellbereich zwischen fünf Blinks (kennen Sie eine bessere Bezeichnung?) pro Sekunde und einem Blink pro zwei Sekunden.

Will man einen anderen Einstellbereich vorsehen, so ändert man am besten nur den Wert des Kondensators ab. Verdoppeln der Kapazität bewirkt Halbieren der Frequenz.

Der zweite Schmitt-Trigger ST2 in Bild 10 ist der Inverter.

Die gegenphasigen Ausgänge des ICs liegen über die Widerstände R4 und R8 an den Eingängen der Stromverstärkerstufen. Der Elko C1 liegt zwischen den Speisespannungsanschlüssen, er siebt bei längeren Leitungen zwischen der Schaltung und dem Netzteil störende Schaltspitzen, die auf der Speiseleitung entstehen können, ab.

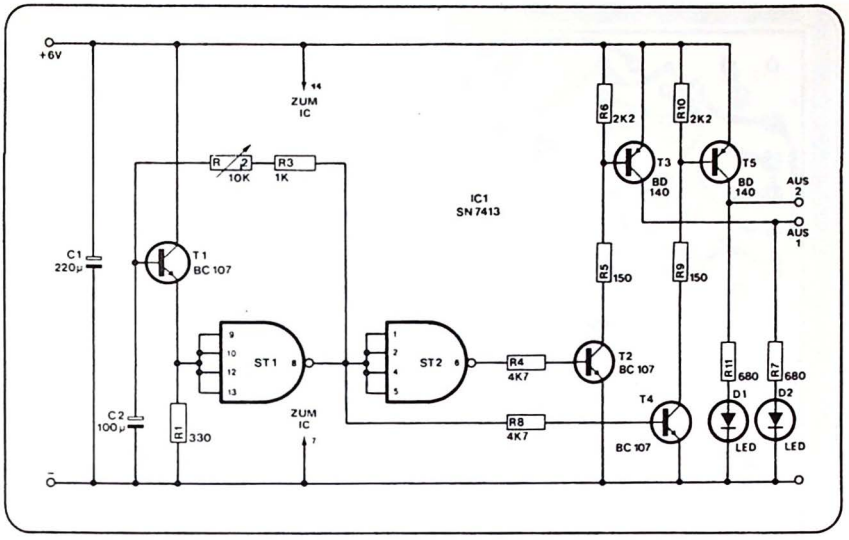


Bild 10. Die Gesamtschaltung. Die beiden LEDs und ihre Vorwiderstände können entfallen.

BAUHINWEISE

Print und Bestückungsplan sind in Bild 11 und Bild 12 angegeben. Der Bestückungsplan zeigt deutlich die Symmetrie des Layouts.

Die Bestückung beginnt man am besten mit den beiden Drahtbrücken in der Nähe des ICs. Dann kommen die Lötstifte für die Montage der LEDs und zum Anschließen der Speisespannungs- und Lampenleitungen. Bei den Elkos und beim IC ist auf richtige Einbaulage zu achten.

Die beiden Leistungstransistoren werden auf spezielle Weise montiert. Wird nämlich die Schaltung voll belastet, so entsteht in den Transistoren T3 und T5 soviel Wärme, daß diese Halbleiter sich selbst zerstören würden, wenn keine Kühlmaßnahmen vorgesehen werden. Es gibt spezielle Kühlelemente für diese Transistortypen, sie werden zusammen mit den Halbleitern auf den Print geschraubt. Der Kollektor - das ist der mittlere der drei Anschlüsse - wird nicht durch eine Bohrung des Prints gesteckt und auf der Kupferseite angelötet, vielmehr verschraubt man eine Lötöse zusammen mit Transistor und Kühlkörper, verbiegt den Kollektoranschluß in Richtung auf die Öse und verlötet ihn. Ist die Mutter festgezogen, so kann man auch sie anlöten und somit eine sichere elektrische Verbindung für den Kollektor herstellen.

Bei den LEDs ist die abgeplattete Seite die Kathode. Will man sie und den Trimmer R2 an anderer Stelle, z.B. bei den Bedienungselementen der Modellanlage unterbringen, so muß man eben die erforderlichen Leitungen verlegen, aber die Funktion der Schaltung leidet nicht.

STROMVERSORGUNG

Die Schaltung arbeitet mit einer Speisespannung von 6 Volt, so daß die Lampen natürlich auch 6 Volt-Typen sein müssen.

Batteriespeisung ist natürlich denkbar, aber

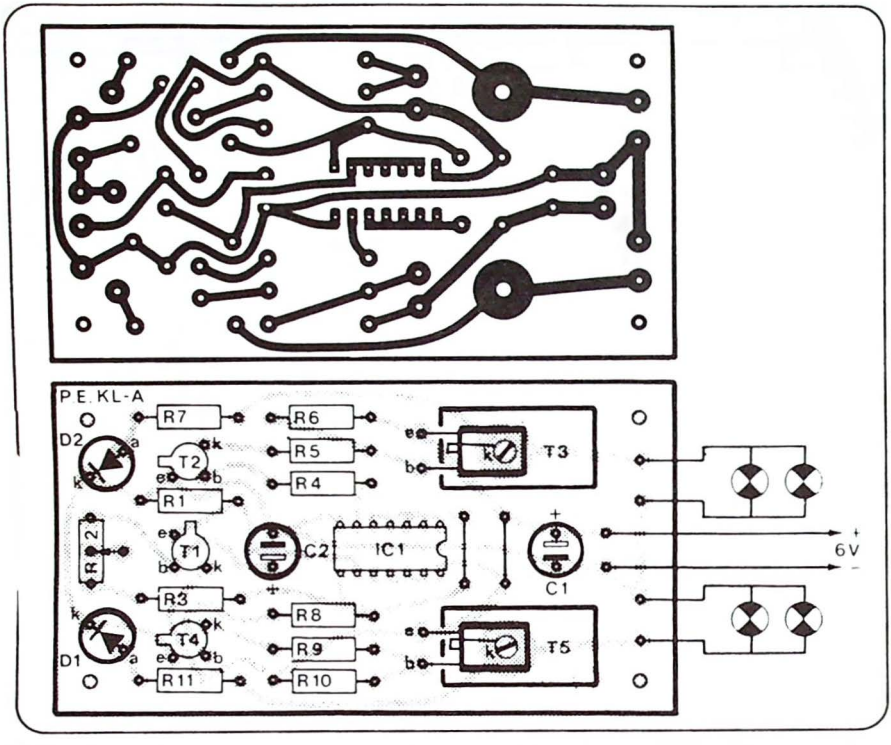


Bild 11 und 12. Printlayout und Bestückungsplan. Die Lampenanschlüsse sind angegeben.

nur dann sinnvoll, wenn man solche Lampen blinken lassen will, die man auch sonst aus Batterien speisen würde. Bei 1,5 Ampere Stromaufnahme der Verbraucher steht Batteriespeisung absolut nicht zur Diskussion. Infrage kommt als Netzteil die P.E.-Spannungsquelle (Heft 2/76), wenn ein Strom von 300 Milliampere ausreichen sollte. Ansonsten muß man ein vorhandenes Netzteil mit passender Spannung verwenden oder die in Bild 13 gezeigte Schaltung aufbauen. Mit Rücksicht auf das IC 7413 muß die Speisespannung innerhalb enger Grenzen stabil sein, d.h. auch bei wechselnder Belastung darf sie diesen Bereich nicht verlassen. TTL-ICs arbeiten mit Speisespannungen zwischen 4,5 Volt und äußerstenfalls 7,5 Volt. Deshalb empfiehlt sich doch das in Bild 13 angegebene Netzteil. Es eignet sich jeder Trafo mit den Daten 12 Volt/min. 1,5 Ampere. Der Transistor 2N3055 muß auf einem Kühlfinger oder auf einer kräftigen Alu-Platte montiert werden.

Noch eine Bemerkung zum Abschluß. Weder das in Bild 13 gezeigte Netzteil noch die Schaltung der Blinkzentrale ist kurzschlußfest. Deshalb schließt man vor der Inbetriebnahme alle benötigten Verbraucher an und

Stückliste

WIDERSTÄNDE 1/4 WATT, 5%

R1	= 330 Ohm
R2	= 10 k -Ohm, Trimmer, stehend, RM 10x5
R3	= 1 k -Ohm
R4, R8	= 4,7 k -Ohm
R5, R9	= 150 Ohm
R6, R10	= 2,2 k -Ohm
R7, R11	= 680 Ohm

KONDENSATOREN

C1	= 220 µF, 16 V, RM 5
C2	= 100 µF, 16 V, RM 5

HALBLEITER

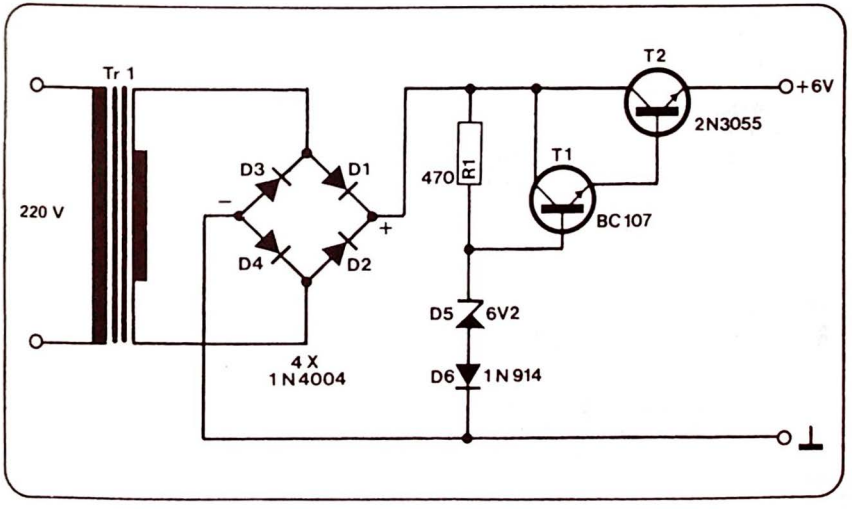
T1, T2, T4	= BC 107 (o.ä., z.B. BC 547)
T3, T5	= BD 136 (oder BD 138, 140)
IC1	= SN 7413
D1	= LED rot
D2	= LED grün

SONSTIGES

2	x Kühlkörper für SOT-32
1	x Fassung DIL 14
10	x Lötstifte RTM
10	x Steckschuhe RF
2	x Zyl.-Kopf-Schlitzschr. M2,5 (oder M2,6) x 10 mit Muttern u. Zahnscheiben
1	x Print nach Bild 11

kontrolliert mit einem Vielfachinstrument im niederohmigsten Meßbereich, ob kein Kurzschluß durch eine eventuell falsche Verdrahtung der Verbraucher aufgetreten ist. Erst wenn alles in Ordnung ist, schaltet man die Speisespannung ein.

Bild 13. Vorschlag für ein einfaches, stabilisiertes Netzteil für die Power-Blink-Zentrale.



IC 723

Anwendungen eines Stabilisator — ICs

Das IC 723 ist ein viel verwendeter integrierter Spannungsregler. Es zeichnet sich durch seinen sehr niedrigen Preis aus und ist „beliebig" gängig zu haben. Der 723 wird da eingesetzt, wo es auf eine präzise Spannung ankommt und wo die meist dreibeinigen Festspannungsregler nicht die gewünschten Spannungswerte liefern, denn der 723 ist nicht auf eine bestimmte Spannung durch IC-interne Maßnahmen „fixiert", sondern soll und muß extern auf die benötigte Spannung eingestellt werden.

Der Ausgangsstrom beträgt maximal 150 Milliampere. Soll ein höherer Ausgangsstrom entnommen werden, so können zusätzliche NPN- oder PNP-Transistoren zugeschaltet werden.

Die Schaltung enthält mehrere Funktionsgruppen: einen temperaturkompensierten Referenzspannungsverstärker, eine Vergleicherstufe, einen Ausgangs-Leistungstransistor und eine Schaltung zur Strombegrenzung bei Überlast und Kurzschluß. Die Strombegrenzung ist durch externe Widerstände einstellbar.

Der Regler 723 wird von zahlreichen Herstellern daten- und anschlußgleich gefertigt; es gibt allerdings unterschiedliche Gehäuseausführungen, nämlich das 10-beinige, runde TO-5 Gehäuse und das 14beinige DUAL-IN-LINE (DIL) Gehäuse.

Auf dem Spannungsregler 723 beruht das in dieser Ausgabe beschriebene stabilisierte Netzteil. Mit den zusätzlichen Grundlageninformationen über das IC, welche in diesem Beitrag behandelt werden, ist es leicht möglich, das Netzteil für eigene Zwecke entsprechend abzuändern.

Im Bild 1 sind die Funktionsgruppen des Spannungsreglers-ICs 723 durch Buchstaben gekennzeichnet. Die Anschlüsse (bezogen auf das DIL-Gehäuse in Bild 2) sind numeriert.

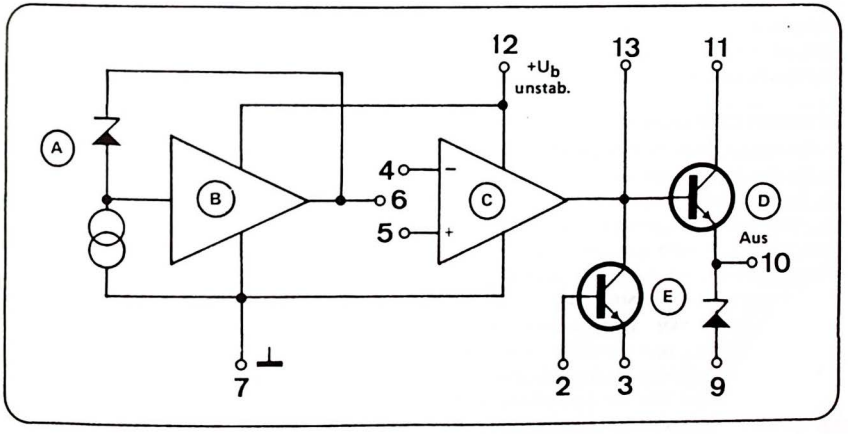
Das IC hat eine temperaturkompensierte Zenerdiode A, sie erzeugt eine Referenz- (Vergleichs-) Spannung; der Regler muß ja, wenn er selbsttätig eine bestimmte Spannung erzeugen soll, eine Vergleichsmöglichkeit haben, die ihm sagt: Hier, an diesem Schaltungspunkt, beträgt die Spannung immer genau 7,15 Volt (der Referenzwert im 723). Diesen Bezugswert liefert die Z-Diode A. Eine Stromquelle (die beiden verschlungenen Kreise) speist die Z-Diode. Der Zenerstrom fließt in anderen Anordnungen vom Pluspol über die Z-Diode und die Stromquelle nach Masse, in Bild 1 jedoch fehlt die Verbindung zum Pluspol Anschluß 12, während die Masseverbindung Anschluß 7 vorhanden ist. Die Referenzspannungsquelle wird nicht unmittelbar vom Pluspol der Speisespannung, sondern vom Ausgang des Referenzspannungsverstärkers B mit Strom versorgt, so daß die beiden Blöcke A und B eigentlich eine Einheit bilden, denn die Z-Diode liegt im Regelkreis des Referenzspannungsverstärkers B.

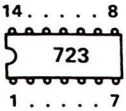
Block C ist ein Komparator (Vergleicher) mit den üblichen Anschlüssen: invertierender Eingang (–, Anschluß 4), nichtinvertierender Eingang (+, Anschluß 5), Ausgang (13) und Speisespannungen (12 und 7).

Mit dem Ausgang des Komparators C fest verbunden ist die Basis eines integrierten Leistungstransistors D, dessen Emitter den Ausgang des gesamten Spannungsreglers bildet. Die Z-Diode, die zwischen dem Ausgang 10 und dem Anschluß 9 liegt, wird in den hier zu besprechenden Anwendungen nicht benötigt. Für einen bestimmten Zweck, der später zur Sprache kommt, muß die Verbindung Ausgang Block C/Basis Transistor D von aussen zugänglich sein, deshalb ist dieser Punkt zum Anschluß 13 herausgeführt. Der Kollektor des Ausgangstransistors D, Anschluß 11, wird in den meisten Fällen mit dem Pluspol der unstabilisierten Spannungsquelle verbunden, ist aber auch einzeln zugänglich.

Block E schließlich ist der integrierte, also im IC enthaltenen Transistor für die Strom-

Bild 1. Die einzelnen Funktionsgruppen des Stabilisator-ICs 723 (Erläuterungen siehe Text). Das IC ist zwar nicht neu am Markt, hat aber entscheidende Vorteile: erhältlich und preiswert.





ZÄHLRICHTUNG DER ANSCHLÜSSE BEI DIL-ICs

DRAUFSICHT

Bild 2.

TABELLE

unstabilisierte Eingangsspannung (gegen Masse)	: 9,5 Volt bis 40 Volt
Ausgangsspannungsbereich	: 2 Volt bis 37 Volt
Ausgangsstrom	: 150 Milliampere maximal
Stabilisationsfaktor für Änderungen der unstab. Eingangsspannung	: 60 dB (1000)
Stabilisationsfaktor für Änderungen des Laststroms	: 70 dB (ca. 3000)
Brummspannungsunterdrückung	: 74 dB (ca. 5000)
Zulässige Verlustleistung	: 800 Milliwatt (TO-5) : 900 Milliwatt (DIL)

egrenzung. Der Kollektor ist intern verbunen, Basis und Emitter sind herausgeführt Anschlüsse 2 und 3). Wie die Strombegrenung funktioniert, wird später in praktischen Beispielen erläutert.

In der Tabelle sind die wichtigsten Betriebs- und Grenzdaten aufgeführt. Bild 2 zeigt die Zählrichtung der Anschlüsse 1 bis 14, bezogen ist sie immer auf die Merkkerbe an der linken Schmalseite. Diese Zählrichtung gilt übrigens für alle ICs im DIL-Gehäuse, außerdem ist das IC, wie allgemein üblich, in der Draufsicht dargestellt.

STROMBEGRENZUNG

Strikt logisch ist es nicht, praktische Beispiele für die Anwendung eines Stabilisator-ICs zu bringen und dabei die Strombegrenzung an den Anfang zu stellen. Schließlich will man mit dem Regler eine bestimmte, stabilisierte Spannung erzeugen; erst in zweiter Linie ist es wichtig, eine Strombegrenzung vorzusehen, damit eine angeschlossene Schaltung im Störfall nicht zerstört wird. Der Grund dafür, daß hier die Strombegrenzung am Anfang steht: Für die Einstellung bzw. die Beschaltung des ICs auf bestimmte Spannungen und Lastströme gibt es zahlreiche Möglichkeiten, für die dieser Beitrag Beispiele bringt. Die Strombegrenzung dagegen ist immer nach demselben Prinzip aufgebaut; sie taucht in allen Beispielen wieder auf. Ist sie einmal besprochen, kann sie später, wenn es um die Dimensionierung für bestimmte Spannungen und Ströme geht, als bekannt vorausgesetzt werden.

Um die Funktionsweise der Strombegrenzung deutlich zu machen, sind in Bild 3 nur die internen und externen Schaltungsteile dargestellt, die mit der Strombegrenzung zu tun haben. Der integrierte Komparator C steuert den ebenfalls im IC enthaltenen Leistungstransistor D, dessen Emitter den Ausgang des ICs darstellt. Im Ausgangsstromkreis liegt der Widerstand Rs. Der Laststrom erzeugt an Rs einen Spannungsabfall, der ein Maß für die Stärke des Laststroms bildet. Mit dieser Spannung wird der Strombegrenzungstransistor E gesteuert, dessen Basis und Emitter mit den Anschlüssen von Rs zu verbinden sind.

Wenn Transistor E dank einer ausreichenden, an Rs vom Laststrom erzeugten Spannung öffnet, bildet seine Kollektor/Emitter-

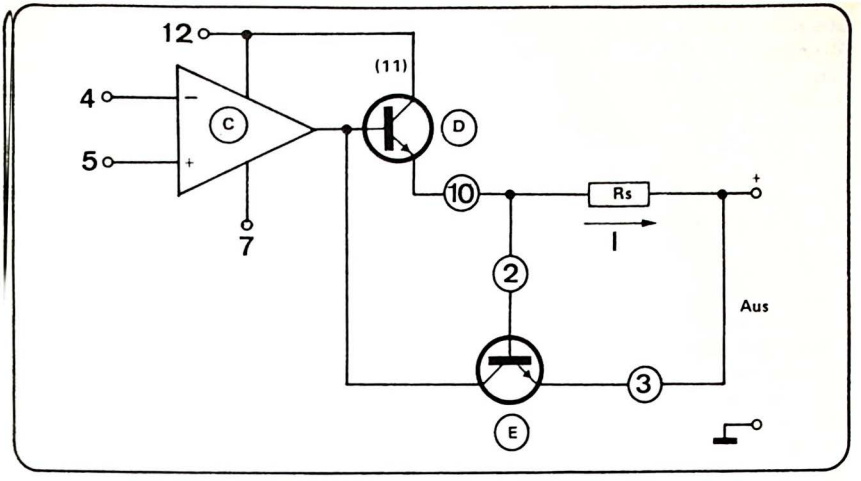


Bild 3. Die Strombegrenzung für den Laststrom I besteht aus Transistor E und Widerstand Rs.

Strecke einen Kurzschluß. Diese Strecke liegt parallel zur Serienschaltung aus Basis/Emitter-Strecke von Transistor D und Widerstand Rs. Über dieser Serienschaltung kann dank des Kurzschlusses durch Transistor E keine Spannung mehr auftreten, insbesondere nicht über der Basis/Emitter-Strecke von Transistor D, so daß dessen Steuerspannung wegfällt; der Transistor sperrt und „unterbricht" den Laststrom. Ganz so weit, wie hier beschrieben, kommt es allerdings nicht, denn bei Fortfall des Laststroms würde zunächst Transistor E wieder sperren, D somit wieder öffnen und der Laststrom könnte doch fließen. Tatsächlich stellt sich ein Gleichgewichtszustand ein, bei dem ein bestimmter, maximaler Laststrom an Rs gerade so viel Spannung erzeugt, daß Transistor E „etwas" leitet und der Basis von Transistor E „ein wenig" Steuerspannung wegnimmt. Bei welchem Laststromwert dieser Gleichgewichtszustand auftritt, hängt vom Wert von Rs ab, den man innerhalb gewisser Grenzen frei wählen kann. Er sollte natürlich möglichst klein sein, denn er liegt im Ausgang des Netzteils; man ist immer bestrebt, ein Netzteil zu einer möglichst idealen Spannungsquelle zu machen, d.h. ihr einen möglichst niedrigen Innenwiderstand zu geben. Der Strombegrenzungswiderstand Rs im Ausgang des Netzteils liegt in Reihe zu dessen Innenwiderstand und erhöht somit diesen, was nicht erwünscht sein kann. Aber erforderlich ist Rs, denn irgendwie muß der Betrag des Laststroms ja „gemessen" werden.

Wie berechnet man Rs? Um Transistor E zu öffnen, muß dessen Basis/Emitter-Strecke eine Spannung von knapp 0,7 Volt erhalten. Fließt nun über Rs ein Strom, der einen Spannungsabfall von 0,7 Volt an Rs hervorruft, so öffnet Transistor E. Er verringert den Steuerstom von Transistor D, dessen Kollektor/Emitter-Strecke hochohmiger wird Damit geht die Ausgangsschaltung des ICs von der Spannungs- zur Stromregelung über.

Der Einsatzpunkt der Strombegrenzung ist

also nur von Rs abhängig. Da man einen bestimmten Strom als höchsten zulässigen festsetzt und auch die Spannung U an Rs bekannt ist (0,7 Volt), kann man den für Rs einzusetzenden Wert nach dem Ohmschen Gesetz errechnen:

$$Rs = U : i$$

Nach dieser Formel beträgt z.B. für einen Laststrom I = 100 Milliampere der für Rs einzusetzende Wert 7 Ohm, wie man leicht nachrechnen kann. In der Widerstands-Normreihe ist der nächstliegende Wert 6,8 Ohm. Er ist etwas niedriger, aber der dadurch bedingte, geringfügig höhere Einsatzpunkt der Strombegrenzung stört keinesfalls.

Die Belastbarkeit des Strombegrenzungswiderstandes muß beachtet werden. Gerade bei höheren Laststromwerten erzeugt Rs eine Menge Wärme, die nicht nur den Widerstand selbst, sondern auch den Print beschädigen kann. Wie hoch die Belastbarkeit des Widerstandes sein muß, läßt sich aus Strom und Spannung nach der Leistungsformel

$$P = U \cdot I$$

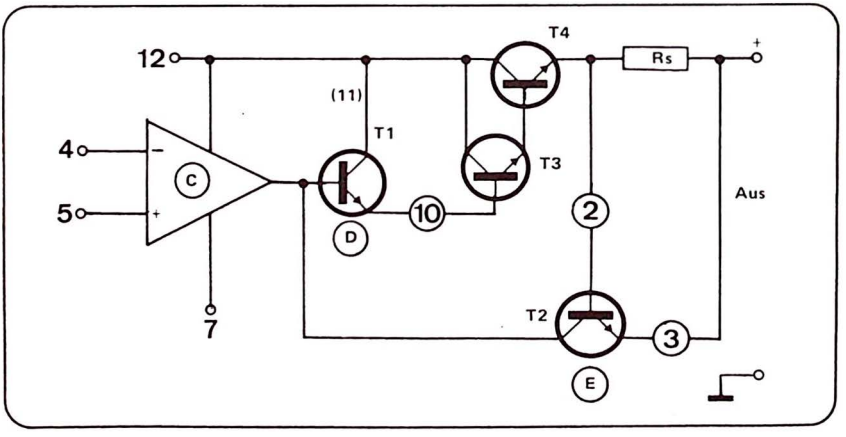
berechnen. Das oben gewählte Zahlenbeispiel (bitte nachrechnen) ergibt eine Leistung von 0,07 Watt oder 70 Milliwatt, die in Rs in Wärme umgesetzt wird. Die üblichen 1/4- oder 1/3 Watt-Widerstände sind in diesem Fall somit ausreichend. Im allgemeinen hat man jedoch in einem Netzteil mit wesentlich höheren Lastströmen zu tun, so daß dort die üblichen Widerstandsausführungen nicht ausreichen, es müssen dann Hochlasttypen mit mehreren Watt Belastbarkeit verwendet werden.

HÖHERE LASTSTRÖME

Soll der entnehmbare Strom höher sein als 150 Milliampere (der 723 liefert ja nicht mehr), so wird in den Ausgang „einfach" ein weiterer Leistungstransistor geschaltet, bzw., falls die Stromstärke noch immer nicht reicht, noch ein zweiter. Diese liegen in Reihe, so daß sich die Stromverstärkungsfaktoren multiplizieren. Gesteuert wird diese Reihenschaltung von dem Leistungstransistor im IC 723.

Bild 4 zeigt ein Beispiel, bei dem zwei Leistungstransistoren den Laststrom auf einen

Bild 4. Der Leistungstransistor T1 bildet den Ausgang des ICs, er ist integriert. Wird ein höherer Ausgangsstrom gefordert, so können weitere Transistoren (T3, T4) zugeschaltet werden.



hohen Wert bringen, z.B. 2 Ampere. Für eine derartige Stromstärke ist ein kräftiger Leistungstransistor erforderlich, hier kann der gängige 2 N 3055 verwendet werden. Je höher die zulässige Verlustleistung eines Transistors ist, um so niedriger ist im allgemeinen der Wert desStromverstärkungsfaktors; für den 2 N 3055 sollte man inklusiv ein wenig Sicherheit einen Faktor 10 ansetzen, wenn man den Wert des betreffenden Exemplares nicht gemessen hat.

Mit dem Stromverstärkungsfaktor 10 ergibt sich ein Basisstrom von 2 A : 10 = 0,2 A bzw. 200 Milliampere. Da der Spannungsregler maximal nur einen Strom von 150 Milliampere liefern kann, der 2 N 3055 nach der Rechnung aber 200 Milliampere braucht, muß zwischen den Leistungstransistor im Ausgang des ICs und den 2 N 3055 noch ein weiterer Transistor geschaltet werden.

Wie Bild 5 zeigt, genügt hier offenbar nicht ein üblicher kleiner Transistortyp wie etwa der BC 107; dieser kann nämlich dem Leistungstransistor T4 nicht den benötigten Steuerstrom von 200 Milliampere liefern. Die Wahl fiel des halb auf einen BC 141. Der Stromverstärkungsfaktor dieses Typs kann mit minimal 30 angesetzt werden. Demnach wird der Ausgang des ICs jetzt nur mit einigen Milliampere belastet: 200 mA : 30 = 6 mA. Wie eine andere Rechnung ergibt, würde der Stromverstärkungsfaktor des BC 141 durchaus reichen, um aus den 150 Milliampere, die das IC maximal abgeben kann, 2 Ampere zu machen. Nur: Ein Kollektorstrom von 2 Ampere ist für den BC 141 zu viel.

SPANNUNGSSTABILISIERUNG UND SPANNUNGSEINSTELLUNG

Der Spannungsregler 723 enthält außer dem Komparator einen zweiten Verstärker, der anläßlich des Blockschaltbildes der IC-Innenschaltung besprochenen Referenzspannung verstärker. Übrigens ist es richtig, den Kom

Vorschau

auf die nächsten Ausgaben:

* Universelle Triac-Steuerung

* Elektronischer Spannungsteiler für symmetrische Speisung

* Steckernetzteil – die schnelle, preiswerte Stromversorgung für kleine Verbraucher

*** In Vorbereitung: Transistorschaltungen selbst entwerfen und berechnen

(ANZEIGE)

HECK – ELECTRONICS

NEU aus P.E.-Heft 12/78:		
Power Blink-Zentrale Bauteilesatz	DM	10,50
Platine KL-a	DM	6,90
Anpassungsverstärker Bauteilesatz	DM	19,80
Platine BU-a	DM	6,40
Gehäuse TEKO 3/B	DM	3,90
MONITOR-VERST. Bauteilesatz	DM	44,90
2 x O.P.A. dazu Bauteilesatz	DM	17,80
2 x Platine OP-a	DM	10,70
Platine OP-b	DM	16,90
Stabilisiertes Netzteil 25 V/2,2 A	DM	54,90
Platine MA-a	DM	8,80
Unstab. Netzteil +/–30 V/3,5 A	DM	62,50
Platine MA-b	DM	7,80
Komplett-Netzteil mit Montagemat	DM	109,80

Frontplatte zum Zenertester aus P.E. Heft 8/78 gebohrt und bedruckt . . . . . DM 17,80

Beachten Sie unsere Anzeige Seite 78/79

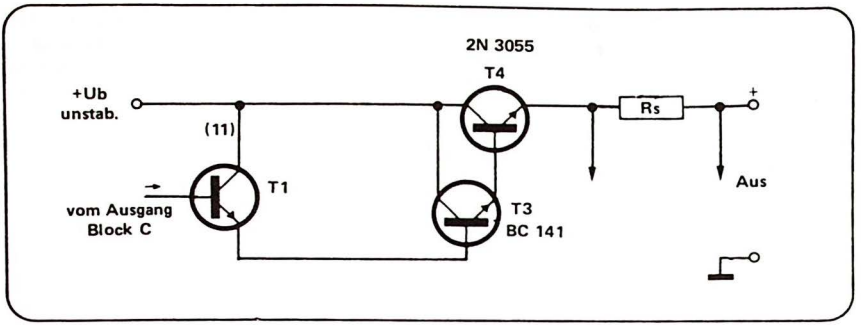
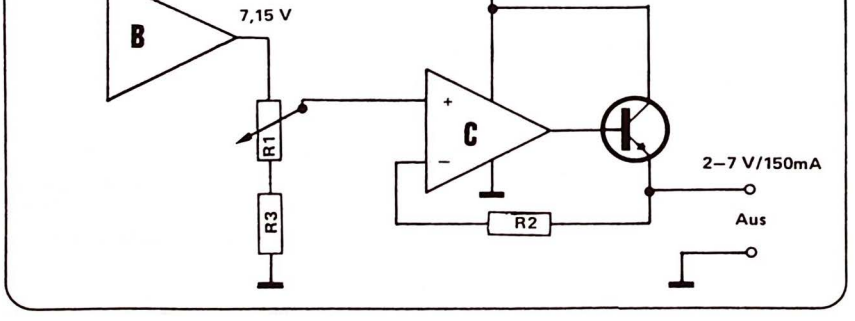


Bild 5. Erhöhter Ausgangsstrom mit den beiden zusätzlichen Leistungstransistoren T3 und T4.

parator einen „Regelverstärker" zu nennen, wie es geschieht. Man muß ihn sogar so bezeichnen, wenn man unter einem Komparator nur die Art von Schaltung verstehen will, die nur zwei definierte Ausgangszustände annehmen kann und ihre Entscheidung vom Über- oder Unterschreiten eines Schwellenwertes abhängig macht.

Der Referenzspannungsverstärker liefert eine feste Bezugsspannung von 7,15 Volt. Der Vergleich dieser Spannung mit der tatsächlichen Ausgangsspannung des Stabilisators kann unmittelbar geschehen, dann liegen die Referenz- und die Ausgangsspannung direkt, also nicht über Spannungsteiler an den Eingängen des Komparators. In diesem Fall steht die Ausgangsspannung schon fest, sie entspricht dem Betrag der Referenzspannung. Da es höchst selten vorkommt, daß man 7,15 Volt braucht, muß man, um auf die gewünschte Spannung zu kommen, das IC überlisten. Das kann z.B. in der Weise gesche-

Bild 6. Mit einem Spannungsteiler (R3/ R1) an der Referenzspannung liegt Uaus unter 7 Volt.



hen, daß man auf den invertierenden Eingang nicht die volle Ausgangsspannung legt, sondern nur einen Anteil, den man mit einem Spannungsteiler erzeugen kann. Wählt man z.B. ein Spannungsteilerverhältnis von 1:2, so hätte die Spannung am invertierenden Eingang einen Betrag von ca. 3 Volt. Das IC regelt nun solange seine Ausgangsspannung nach, bis am invertierenden Eingang die Spannung denselben Wert hat wie die Referenzspannung, also 7,15 Volt beträgt. Das ist dank dem an der Ausgangsspannung liegenden Spannungsteilers 1:2 dann der Fall, wenn die Ausgangsspannung einen Betrag von 15,3 Volt aufweist.

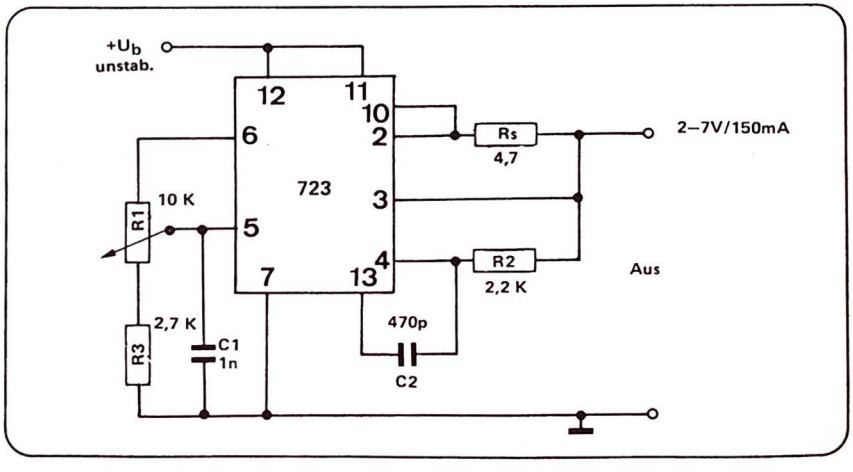
Durch geeignete Bemessung des Spannungsteilers kann innerhalb bestimmter Grenzen jede gewünschte Spannung eingestellt werden.

Aber auch die Referenzspannung muß nicht unmittelbar am positiven (nichtinvertierenden) Eingang des Komparators liegen, sondern kann ebenfalls mit einem Spannungsteiler herabgesetzt werden; die Ausgangsspannung liegt dann unter 7,15 Volt. Beide Fälle werden in diesem Beitrag gezeigt.

Schließlich kann man statt eines Spannungsteilers aus Festwiderständen ein Poti einsetzen; dann ist die Ausgangsspannung einstellbar und man erhält so ein berühmtes „Regelbares Netzteil" das es gar nicht gibt, weil es nur, wie gesagt, einstellbare Netzteile gibt, womit gemeint ist, daß die Ausgangsspannung einstellbar ist. Zwar gibt es geregelte Netzteile, auch alle Exemplare mit dem 723 sind geregelt, weil ein vollständiger Regelkreis vorliegt mit Sollwert (feste oder eingestellte Referenzspannung), Istwert (Momentane Ausgangsspannung), Stellglied (Regeltransistor im IC) usw. Auch mit einem „Schieberegler" als Stellpoti ist ein Netzteil jedoch keineswegs regelbar. Nun aber zur Praxis.

Bild 6 zeigt eine Schaltung mit einem Spannungsteiler aus Poti R1 und Widerstand R2. Die Ausgangsspannung des Netzteils liegt über einen Schutzwiderstand R2 am invertierenden Eingang des Komparators, so daß der

Bild 7. Die Schaltung aus Bild 6 vollständig und in üblicher Weise mit „IC-Kasten" dargestellt.



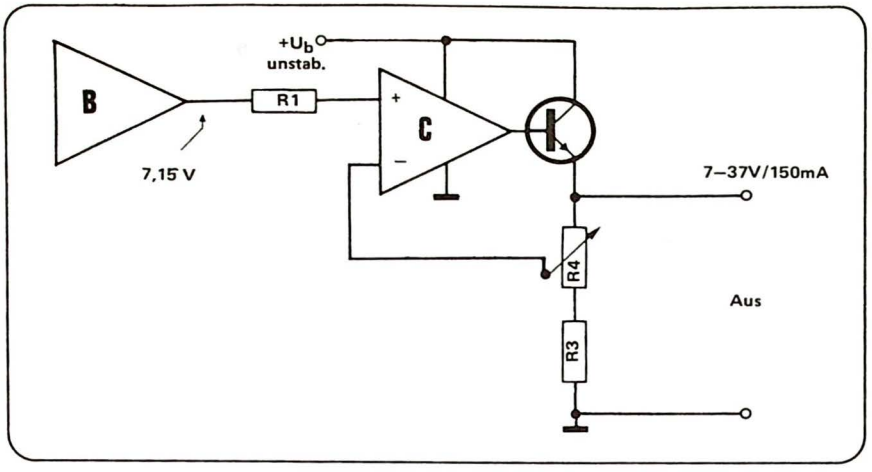


Bild 8. Bei der Schaltung für höhere Ausgangsspannung liegt der Spannungsteiler im Ausgang.

Regelkreis geschlossen ist. Die Ausgangsspannung wird immer so nachgeregelt, daß die Spannung an den vergleichenden Eingängen denselben Betrag haben. Da die Vergleichsspannung einstellbar ist, ergibt sich für die Ausgangsspannung derselbe Einstellbereich. In Bild 7 ist die vollständige Schaltung dargestellt, einschließlich der benötigten Bauelementwerte. Das IC ist hier nur noch ein Kasten mit Anschlüssen, der sich lediglich durch seinen Titel „723" ausweisen kann. Dies ist die übliche Darstellung eines solchen ICs; auf Angaben zur Innenschaltung wird im Schaltbild fast immer verzichtet.

Der Kondensator C1 dient zur Siebung eventuell auftretender Störspannungsspitzen, die der Referenzspannung überlagert sein können. Solche Spannungsspitzen würden einen schnellen Stabilisator zu plötzlichen Regelvorgängen anregen, so daß sich die Spitzen auch im Lastkreis zeigen würden. C2 soll Schwingneigung des Komparators verhindern, er liegt zwischen dem invertierenden Eingang und dem Anschluß 13, der grundsätzlich für eine Frequenzkompensation vorgesehen ist.

Das Bild auf dieser Seite zeigt den häufiger vorkommenden Fall, daß eine höhere Spannung als ca. 7 Volt stabilisiert werden soll. Die Referenzspannung liegt über einen Widerstand, der zur Temperaturkompensation dient, am nichtinvertierenden Eingang des Komparators. Eine Abschwächung der Referenzspannung im Sinne einer Einstellung des Eingangs auf einen geringeren Wert als 7,15 Volt findet bei dieser Schaltungsart nicht statt.

Am invertierenden Eingang liegt ein mit Poti R4 einstellbarer Anteil der Ausgangsspannung. Da die Referenzspannung 7,15 Volt beträgt, stellt sich auch der invertierende Eingang auf diese Spannung ein. Wenn das Poti nicht in seiner oberen Anschlagstellung steht, tritt Gleichheit der Spannungen nur ein, wenn die Ausgangsspannung des ICs „hochgeregelt" wird. Das tut das IC freundlicherweise.

Warum sich in dieser Schaltung eine untere

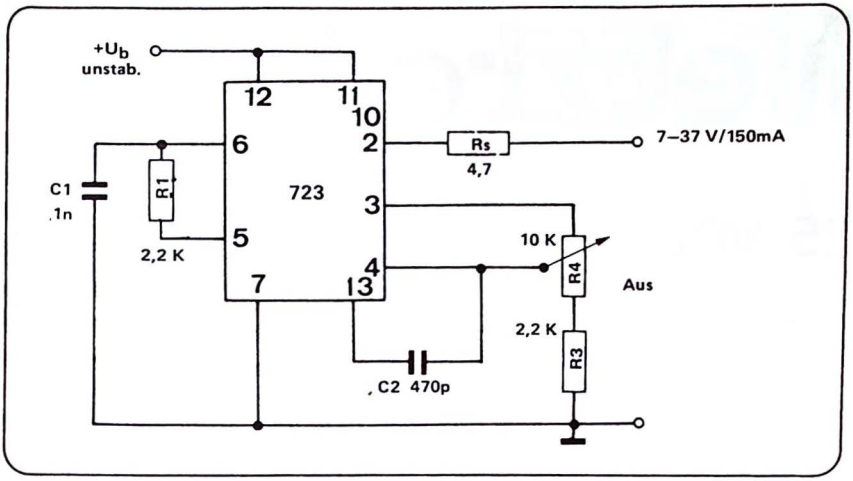


Bild 9. Die Schaltung aus Bild 8 in üblicher Darstellung. Ausgangsspannungsbereich 7-37 V.

Bereichsgrenze von 7 Volt für die Einstellung der Ausgangsspannung ergibt, dürfte logisch sein: Steht das Poti in der oberen Anschlagstellung, so sind die Spannungen am IC-Ausgang und am invertierenden Eingang gleich, weil die beiden Punkte jetzt unmittelbar miteinander verbunden sind. Die Spannung beträgt 7,15 Volt, sonst gibt der Komparator keine Ruhe.

Die obere Grenze von 37 Volt ist durch bestimmte Grenzdaten des ICs vorgegeben, es verträgt unter anderem keine höheren Eingangsspannungen als 40 Volt und verbraucht über dem Regeltransistor einiges an Spannung.

Eine Stabilisatorschaltung hat drei Aufgaben zu lösen: die Ausgangsspannung stabil zu halten bei Lastspannungen, bei Änderung der Netzspannung und die Brummspannung, die auf der unstabilisierten Eingangsspannung des Reglers vorhanden ist, möglichst gut zu unterdrücken. Außerdem soll die Ausgangsspannung auch bei Temperaturänderung der Regler-Elektronik selbst stabil bleiben. Die Referenzspannung wird mit einem qualitativ hochwertigen, überdies temperaturkompensierten Referenzelement erzeugt. Die hervorragenden Stabilisierungsfaktoren (dB-Werte in der Tabelle zu Anfang des Beitrags) belegen dies.

Wie reagiert der Regler auf Laständerungen? Nimmt man z.B. die Last durch Abschalten weg, so will die Ausgangsspannung zunächst ansteigen, weil an den Halbleiterstrecken im Regelkreis keine Spannung mehr abfällt, da kein Strom mehr fließt. Der beginnende Anstieg der Spannung teilt sich über den S Spannungsteiler dem invertierenden Eingang mit: Der –Eingang wird positiv gegen den anderen. Da es der invertierende Eingang ist, dessen Spannung positiver wird, nimmt die Ausgangsspannung ab. Der Leistungstransistor leitet jetzt etwas weniger gut, so daß die Ausgangsspannung abnimmt. Der Vorgang endet, sobald an den Eingängen des Komparators Gleichheit der Spannungspegel eintritt.

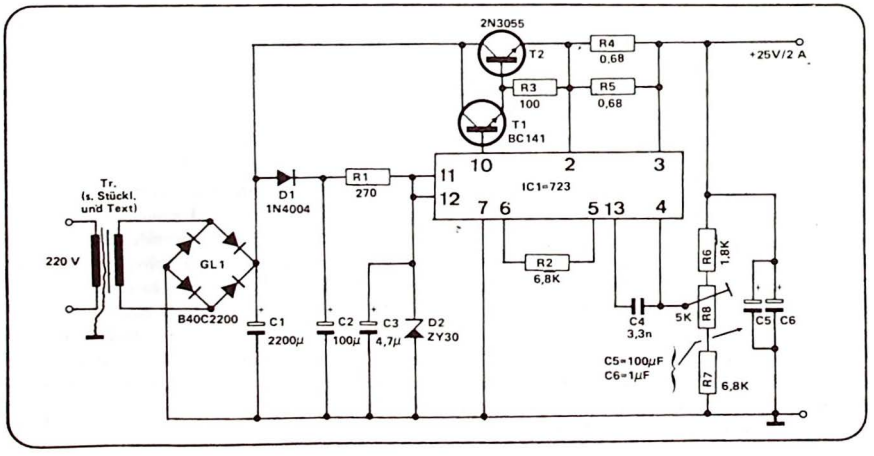
Netzteil A

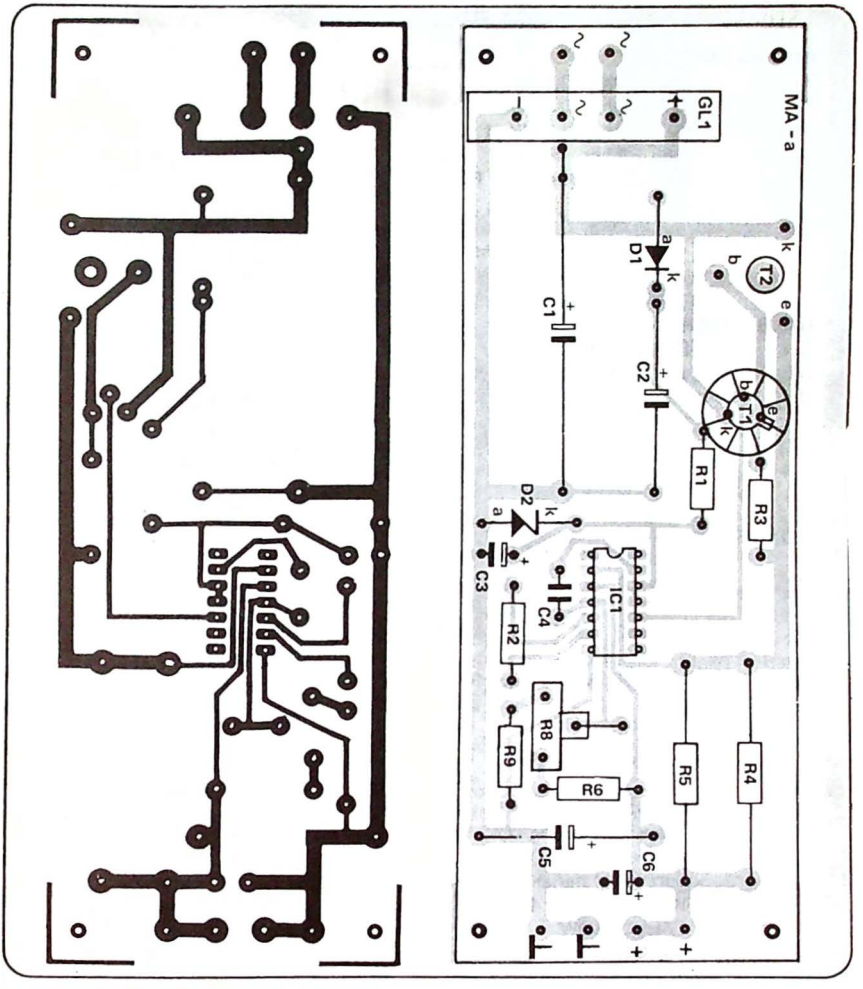
25 VOLT — stabilisiert

Für die P.E.-Serie „HiFi"-Module wird ein stabilisiertes Netzteil benötigt, das die Vorverstärker-Module mit einer Speisespannung von 25 Volt versorgt. Die Stromaufnahme für eine vollständig aufgebaute Anlage liegt knapp unter 2 Ampere, so daß das Netzteil für diesen Wert mit etwas Sicherheitszugabe ausgelegt wurde. Eine solche Schaltung ist jedoch nur von der Dimensionierung her auf eine bestimmte Spannung oder einen bestimmten Strom festgelegt, die Struktur der Schaltung oder des Prints ist immer dieselbe. Somit kann man die Schaltung für eigene Zwecke leicht abändern.

Für die Höhe der Ausgangsspannung ist der Trimmer R8 zuständig, der auch als Poti mit Bedienungsknopf ausgeführt werden kann, wenn ein einstellbares Netzteil gebraucht wird. Die Vorwiderstände R6 und R7 des Potentiometers engen hier den Einstellbereich ein, für sie können ggf. kleinere Werte eingesetzt werden.

Wird das Netzteil mit weniger als ca. 0,5 A belastet, so kann der Leistungstransistor T2 entfallen. R3 wird dann durch eine Drahtbrücke ersetzt, so daß der Emitter von T1 über (den jeweils zu berechnenden) Strombegrenzungswiderstand (R4/R5) am Ausgang liegt. Wie der Strombegrenzungswiderstand berechnet wird, ist im vorstehenden Beitrag über das IC 723 erklärt. Gegenüber den dort angegebenen Schaltungsbeispielen weist das Netzteil A nur eine Besonderheit auf: Die Versorgungsspannung für das IC (Anschlüsse 11 und 12) ist bereits





BAUKOSTEN – VORANSCHLAG
DM 56,–
INKL. TRAFO

„vorstabilisiert", dies geschieht mit den Bauelementen D1, C2, R1, C3 und D2.

Leider konnten diesem Beitrag aus Platzmangel nicht mehr Fotos zugefügt werden, so daß man das eine oder andere Detail der Bestückung nicht abgucken kann. Besondere Probleme sind aber auch nicht zu erwarten, wenn man sich am Bestückungs-

Stückliste

WIDERSTÄNDE 5%

R1	= 270 Ohm, 0,5 Watt
R2, R7	= 6,8 k-Ohm, 0,25 Watt
R3	= 100 Ohm, 0,25 Watt
R4, R5	= 0,68 Ohm, 5 Watt; (oder: R4 = 0,33 Ohm/5 W, R5 entfällt)
R6	= 1,8 k-Ohm, 0,25 Watt
R8	= 5 k-Ohm. Trimmer stehend, RM 10/5

HALBLEITER

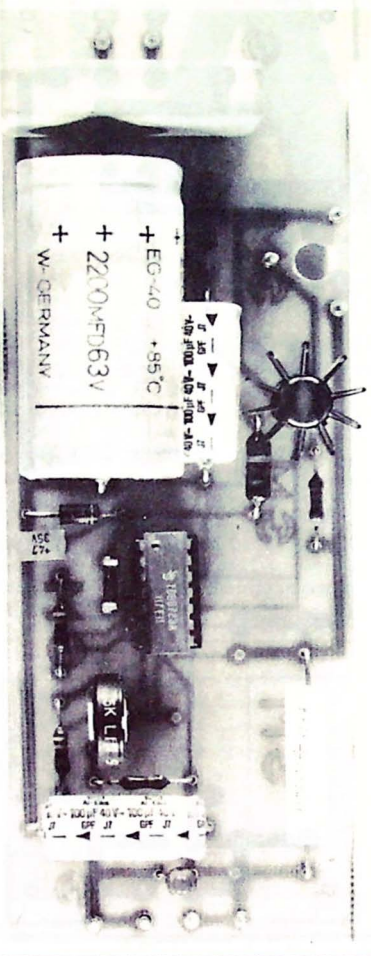
GI1	= Brückengl. B40 C2200
D1	= 1 N 4004
D2	= Z-Diode ZY 30 o.ä.
T1	= BC 141-10
T2	= 2 N 3055
IC1	= 723

KONDENSATOREN

C1	= 2200 µF, 63 V, axial, RM 50
C2, C5	= 100 µF, 40 V, axial, RM 30
C3	= 4,7 µF, 35 V Tantal, RM 5
C4	= 3,3 nF, z.B. Siemens MKH, RM 7,5
C6	= 1 µF, 35 V Tantal, RM 5

SONSTIGES

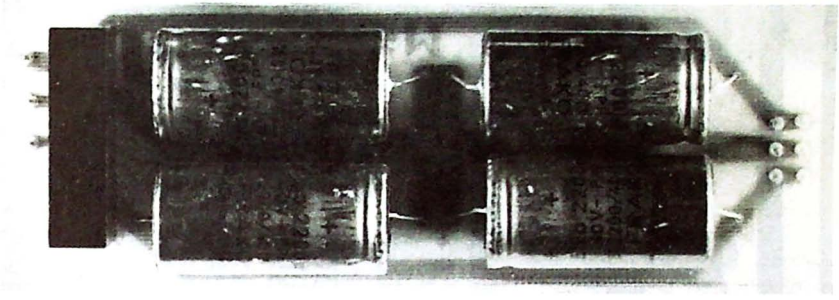
1	x Netztrafo M75, 30 V/ min. 2,2 A, z.B. „Typ 33"
1	x Kühlstern für BC 141
1	x Transistorfassung TO-3
1	x Abdeckkappe TO-3
1	x Satz Iso-Material TO-3
1	x IC-Fassung DIL 14
9	x Lötstifte RTM
9	x Steckschuhe RF
1	x Print



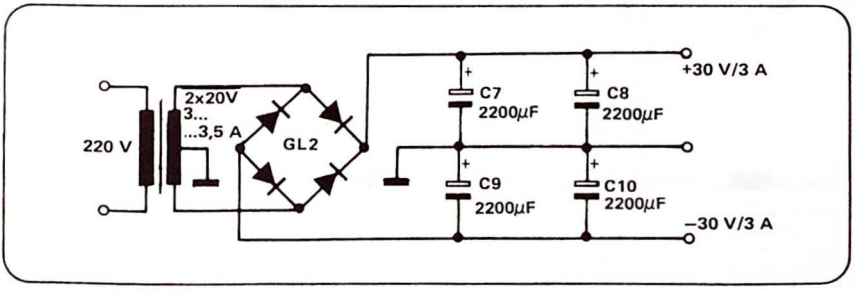
plan genau orientiert.
Dank der ausführliche Beschreibung der verschiedenen Beschaltungsmöglichkeiten für das IC 723 dürfte es auch nicht problematisch sein, die Bestückung für andere Spannungen und Ströme abzuändern. Stabilisierte Netzteile werden häufig benötigt, deshalb lohnt es sich gerade auf diesem Gebiet, durch Experimente (möglichst nicht ganz ohne Rechnen) seine Aktivitäten etwas freier zu gestalten.

Netzteil B

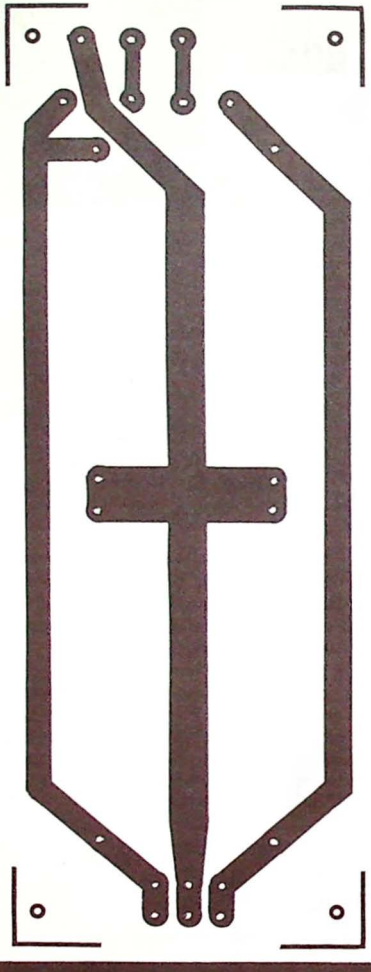
± 30 VOLT unstabilisiert



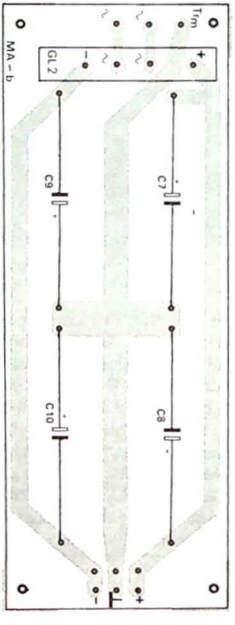
Ein unstabilisiertes Netzteil kommt in jedem NF-Endverstärker vor. Eine Funktionsbeschreibung erübrigt sich, man könnte höchstens seine technischen Daten ein wenig erläutern, denn bei dem Finden eines passenden Trafos tun sich manche recht schwer.
So gibt es eigentlich keinen Grund, ein unstabilisiertes Netzteil, das in einem größeren Komplex (wie der P.E.-HiFi-Modulserie) zum Einsatz kommt, mit dicken Lettern (siehe oben) hervorzuheben. Nur: Wenn man eines braucht, und das ist gar nicht so selten, möchten diejenigen, die alles auf Prints bauen, auch das Verstärkernetzteil auf einem Print haben. Dann muß man oft zum erstenmal einen selbst machen. Ein guter Grund dafür, die beiden so unterschiedlichen Netzteile für die Modul-Speisung zu trennen. Zu verwenden ist der Print nämlich nicht nur für ein „+/– Netzteil" mit obigen Daten, vielmehr kann man praktisch jedes unstabilisierte Netzteil aufbauen, indem man die



Stückliste

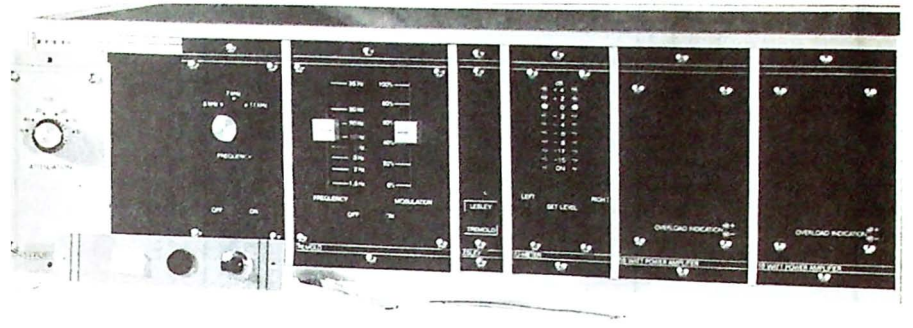


Netztransformator M 102 a, 2x20 V/3,5 A		
Gl2	=	Brückengl. B80 C3300
C7, C8		
C9, C10	=	2200 µF, 40 V, axial, RM 45 oder C7, C9 = 4700 µF, 40 V, C8, C10 entfallen
9		x Lötstifte RTM
9		x Steckschuhe RF
1		x Print



BAUKOSTEN – VORANSCHLAG
DM 66,–
INKL. TRAFO

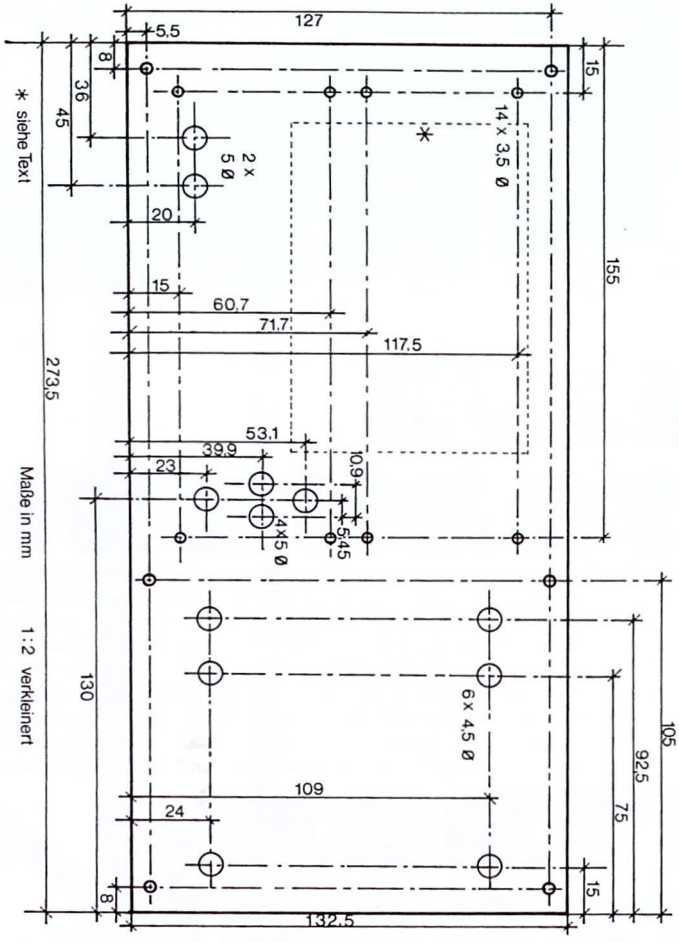
Bauteile, insbesondere den Trafo, für den jeweiligen Zweck auslegt. Es ist gar kein Problem, ein Netzteil für nur eine Speisespannung aufzubauen. Die eventuell vorhandene Mittelanzapfung des Trafos wird nicht zum Punkt Trm auf dem Print geführt, sondern bleibt frei. Nur die Elkos müssen anders geschaltet werden; je Elko werden 2 Bohrungen zusätzlich in die äußeren Kupferbahnen des Prints eingebracht, die Elkos kommen quer über den Print und fertig ist das „gewöhnliche" Netzteil.



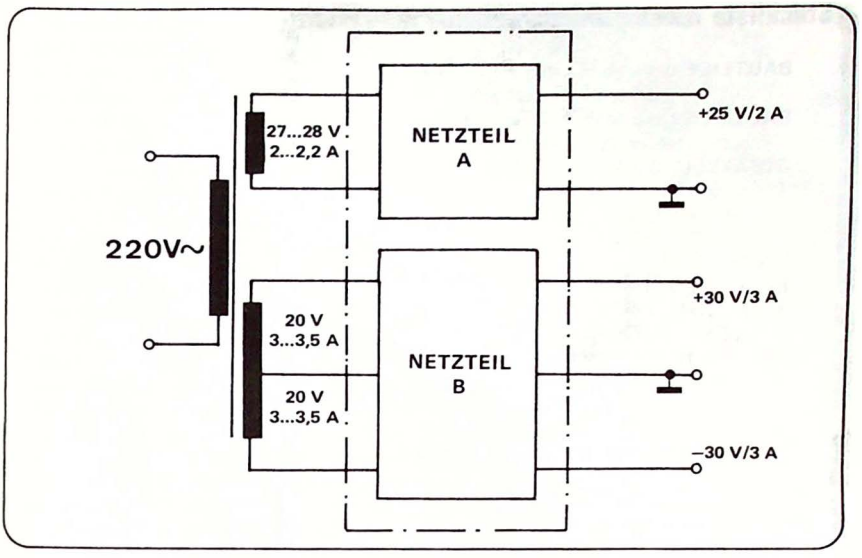
HIFI MODULE:

Für die HiFi-Modulserie werden zwei Netzteile benötigt, wenn nicht nur die Vorverstärker- und Effektmodule gespeist werden sollen, sondern auch die beiden 50 Watt-Verstärker. Vor- und Endverstärker stellen so unterschiedliche Forderungen an ihre Speisung, daß man bei einer wie immer gearteten gemeinsamen Versorgung weder über den Preis noch über die Qualität der Anlage irgendeinen Vorteil erzielen kann. Was sich von den beiden Teil-Versorgungen zusammenfassen läßt, sind Trafo und Print. Beim Trafo ist es ein deutlicher Vorteil, weil Platz gespart wird, beim Print dagegen spart man nur eine Masseverbindung zwischen den sonst getrennten Netzteilen und Befestigungsmaterial.

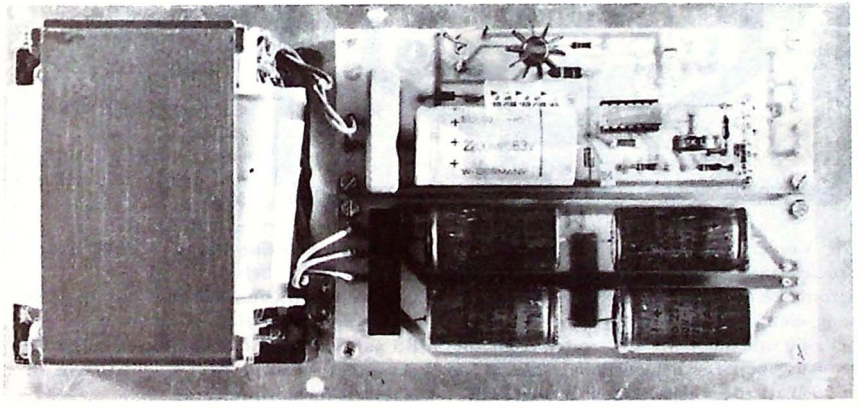
STROM-VERSOR-GUNG



Maßskizze für die Aluplatte, die auf die rückseitigen Gleitmutterkanäle montiert wird und die beiden Netzteil-Prints A und B sowie den gemeinsamen Netztrafo trägt. Unter der Befestigungsfläche für die beiden Prints sind im Bereich des eng gestrichelt umrandeten Feldes Lüftungsschlitze oder Löcher anzubringen mit einer Gesamtfläche von ca. 2000 mm², das sind z.B. 100 Bohrungen mit einem Durchmesser von je 5 mm.



Die beiden Netzteile A und B, die an anderer Stelle in dieser Ausgabe beschrieben sind, bilden zusammen die Stromversorgung für die Einheiten der P.E.-Modulserie 1: HiFi-Module. Alle Effekt- und Vorverstärker-Module und zwei 50 Watt-Modulverstärker können versorgt werden, denn das Netzteil-Gespann ist leistungsmäßig auch für die umfangreicheren Anlagen berechnet. Das Foto unten und das Titelbild dieser Ausgabe zeigen das komplette Netzteil.



Stückliste

BAUTEILE des stabilisierten Netzteils 25 V jedoch ohne Netztrafo
BAUTEILE des unstab. Netzteils ±30 V, jedoch ohne Netztrafo
ZUSÄTZLICHE BAUTEILE:

1 x Netztrafo M 102 b, pr. 220 V, Schutz-Wicklung, sek. 1: 28 V/2,2 A, sek. 2: 2 x 20 V, 3,5 A

Montagematerial:

8 x Zyl.-kopf-Kreuzschlitzschraube M3x5
8 x Zyl.-Kopf-Schlitzschraube M3x15
8 x Gewinderöhrchen M3x10
8 x Abstandsröhrchen 10 mm
4 x Zyl.-kopf-Kreuzschlitzschr. M4x6
4 x U-Scheibe M4
4 x Mutter M4
2 x Zyl.-kopf-Kreuzschlitzschr. M3x15 (evtl. Schlitzschr.)
1 x Senkkopfschraube M3x10
1 x Mutter M3

In der Ausführung für das „Modul-Netzteil" werden die beiden Geräte aus einem gemeinsamen Trafo versorgt. Dieser hat sekundär zwei getrennte Wicklungen für die beiden Netzteile. Eine elektrische Verbindung besteht zwischen den Schaltungen nicht, erst später, bei der Inbetriebnahme, wird die Masseverbindung hergestellt. Der Trafo hat zwischen Primär- und Sekundärwicklung(en) eine Schutzwicklung die mit dem Schutzerdeleiter des Netzkabels zu verbinden ist. Die Verkabelung und die Montage werden in einem Beitrag, der für die nächste Ausgabe geplant ist, ausführlich erläutert. Hier muß allerdings bereits darauf hingewiesen werden, daß der Leistungstransistor 2N3055 auf der Alu-Platte befestigt wird, die auch die beiden Prints und den Trafo trägt. Zur Verbindung zwischen den Anschlüssen des Transistors und dem Print dienen drei kurze Kabel, der Print ist zu diesem Zweck mit Lötstiften ausgerüstet und weist eine Bohrung zur Durchführung der drei Kabel auf.

Die Vorverstärker-Einheiten benötigen eine Speisespannung von 25 Volt, bei einem Strom von knapp 2 Ampere, zu ihrer Speisung dient das Netzteil A (siehe Zeichnung Seite 69 und den Beitrag „Netzteil A" in dieser Ausgabe). Die beiden Endverstärker von je 50 Watt speist das Netzteil B, Seite 65.

Bei der Inbetriebnahme muß die Ausgangsspannung des Netzteils A mit dem Trimmer R8 auf den erforderlichen Wert von 25 Volt eingestellt werden, dazu bedient man sich eines Vielfachinstrumentes.

IHR SCHALTUNGSWUNSCH IN P.E.!

P.E. praktiziert Mitbestimmung für aktive Freizeitelektroniker. Wie funktioniert das? In jeder Ausgabe von P.E. finden Sie eine vorgedruckte Karte zum Abtrennen. Auf der Rücl seit tragen Sie fünf Schaltungswünsche ein. Freimachen und abschicken - das ist alles. I. P.E.'s Hitparade „TOP TWENTY" werden die 20 meistgenannten Schaltungen aufgeführt. Die Schaltung „Power Blink-Zentrale" in dieser Ausgabe nahm bisher in der Hitparade den 12. Platz ein. Sie berührt thematisch auch den Titel Nr. 4, „Modellbahn-Elektronik", jedoch bleibt dieser Titel stehen, weil ein spezieller Beitrag zur Modellbahn in Vorbereitung ist. Sinngemäß gilt dies auch für Nr. 9, da ein Grundlagenbeitrag über Netzteile vorbereitet wird.

Nr.		Punkte
1	Mischpult in Modultechnik	1865
2	Kurzwellenempfänger	1671
3	US-Einbruchalarm	1584
4	Modellbahn-Elektronik	1394
5	Black-Box-Verstärker	1261
6	Ladegerät für NiCd-Akkus	1257
7	Klangeinsteller in Modultechnik	1035
8	Thermometer	1008
9	Netzteile (allgemein)	979
10	Frequenzzähler	916

Nr.		Punkte
11	Anti-Lichtorgel	915
12	Vorverstärker-Modul	673
13	Stroboskop	573
14	Umformer für Leuchstoffl.	548
15	Black-Box-Vorverstärker	535
16	RLC-Meter	344
17	UKW-Empfänger	276
18	Lauflicht	258
19	Lichtschranke	182
20	Antennenverstärker	172

Akustischer Schalter (Geräuschschalter) Empfindlichkeit einstellbar auf div. Geräusche (z.B. Klatschen usw.) oder auf Signale des mitgelief. Pfeiftongebers. Netzanschl. 220 W. Man kann Geräte wie Fernseher, Licht, Tonband usw. bis max. 500 W anschließen.

Klatschschalter kpl. á **36,35** ab 10 Stück . . . á **28,—**
ab 3 Stück . . . . . á **34,35**

NN 35 Netzteil stufenlos regelbar von 0-35 V und der Strom von 1 mA-2 A, mit 2 Potentiometern. Die Regelung erfolgt durch das Spannungsregler IC 723 mit 2 nachgeschalteten Leistungstransistoren. Die beiden Potis für Spannung und Strom befinden sich auf der Platine. Platine 13 x 7 cm. Mit dem Stromregler kann man einen bestimmten Strom einstellen. Übersteigt der Ausgangsstrom den eingestellten Wert, so schaltet das Gerät ab.

Bausatz NN 35 . . . . . **DM 32,95**
Netztrafo 2 A . . . . . **DM 14,95**
Bausatz NN 35 mit Gehäuse komplett und Instrumenten . . . . . **DM 109,95**
Gehäuse, leer, komplett gestanzt und bedruck (22 x 15 x 9 cm) . . . . . **DM 37,50**
Fertiggerät NN 35 im Gehäuse . . . . . **DM 149,50**

NETZTEIL 0 – 50 V

stufenlos regelbar, Strom max. 3,5 A, schaltet bei Kurzschluß durch einen Thyristor ab, hochkonstant durch temperaturkompensierte Referenzspannungsquelle. Änderung der Ausgangsspannung von 0 auf Vollast nur 0,005%!

Einführungspreis, Bausatz . . . . . **DM 44,95**
Netztrafo passend . . . . . **DM 32,95**

Passendes Gehäuse mit sämtlichen Bohrungen, beschrifteter Frontplatte . . . . . **DM 49,95**

Passende Instrumente 50 V, 3 A . . . . . á **DM 19,95**
Fertiggerät im Gehäuse . . . . . **DM 199,95**

NEU 30 Watt FBI-Sirene
Betriebsspannung 10-25 V, auf- und abschwellender Ton, Heulton und Impulston einstellbar.
Bausatzpreis . . . . . **DM 16,95**

Angebot des Monats
10 Kanallauflicht, 10 x 500 W Ausgange, mit Netzteil, umschaltbar auf 4-6-8-10 Kanallauflicht.
Bausatz . . . . . **DM 29,95**

TRIAC-BLINKLICHT Lichtpulser Stroboskop für normale 220-V-Glühlampen bis 500 W belastbar.
Bausatz Lichtpulser . . . . . **DM 15,50**

20 W Edwin mit Klangregelteil, 20 W sin., 20 Hz-20 kHz, 0,5% Klirrfaktor, Höhen-Tiefenregelung ± 18 dB.

Bausatz 20 W Edwin mit Potis Mono . . . . **DM 29,75**
Bausatz 20 W Edwin mit Potis Stereo . . . . **DM 59,50**
Fertigbaustein 20 W Edwin mit Potis . . . . **DM 39,95**
Netzteil Mono und Stereo . . . . . **DM 22,50**
Stereoentzerrer für 20 W Edwin . . . . . **DM 14,90**

30-W-Hi-Fi-Endstufe TE 30
Hi-Fi-30-W-Sinus-Endstufe, 20 bis 20 kHz, 0,8%, 1 V/50 K, Betriebssp. 30-40 V, 7 Halbleiter, NTC usw.
Bausatz TE 30 **DM 29,85**
2 Stück . . . **DM 55,—**
Mononetzteil . **DM 22,50**
Stereonetzteil . **DM 28,50**

40-W-Edwin-Endstufe, 1000fach bewährt, kurzschlußfest, keine Ruhestromeinstellung, 25 Hz-1,2 MHz, 0,1% Klirrfaktor, 1 V/50 kΩ, Betriebsspannung 42 V.
Bausatz 40 W Edwin **DM 39,50** 2 Stück . . . **DM 77,—**
Mononetzteil . . . . . **DM 34,50**
Stereonetzteil . . . . . **DM 45,50**

100-W-EQUA-Verstärker, 20 Hz-60 kHz, Klirrfaktor kleiner 0,07%!, dauerkurzschlußsicher, Betriebsspannung 60-80 V, 14 Halbleiter, Hochleistungskuhlkörper, U eing. 0,5 V.
100-W-Endstufe EQUA 100, Bausatz . . . . . **DM 55,—**
Fertigbaustein EQUA 100, geprüft . . . . . **DM 88,—**

Mononetzteil **DM 52,–** Stereonetzteil **DM 74,—**

Hochwert. Stereo-Verstärker 100.
Stereo-Vorverstärker f. sämtliche Endstufen geeignet. 4 umschaltbare Eingänge für Tonband, Tuner, magn. Plattenspieler, frei. Lautstärke-, Höhen-, Tiefen-, Balanceregler u. Drucktasten auf der Platine. Höhen-Tiefenregelung ± 20 dB, 15-70 kHz, 25–60 V.
Bausatz Vorverstärker 100 mit Potis und Tasten **DM 59,50**

Klangfilterplatine KBK
4 Tasten für Rausch-Rumpel-Sprache, Basisbreite, Poti für Basisbreite, mit Kopfhöreausgang, 14 Halbleiter.
Bausatz KBK . . . . . **DM 33,95**

LOB 3/1000 AV, eine 3-Kanal-Lichtorgel mit einer Leistung von 3x 1000 W/220 V, 3 Regler für die einzelnen Kanäle, 1 Volumenregler. Diese Ausführung besitzt eine hervorragende Kanaltrennung, da jeder Kanal einen aktiven RC-Filter eingebaut hat. Dadurch wird eine fast unerreichte Kanaltrennung der tiefen, mittleren und hohen Frequenzen erreicht. Der NF-Eingang wird zusätzlich durch einen Transistor verstärkt. Dadurch hat diese Lichtorgel eine Eingangsempfindlichkeit von ca. 0,1 W, das bedeutet, daß ein Cassettenrecorder zur Aussteuerung voll genügt. Durch die eingebaute NF-Automatik entfällt das Nachregeln der Kanäle bei schwankender Musiklautstärke.

Bausatz LOB 3/1000 AV . . . . . **DM 42,50**
Fertigbaustein 3/1000 AV . . . . . **DM 64,—**
Passendes Gehäuse mit Frontplatte . . . . **DM 9,50**

LO 96, Lichtorgel wie 3/1000 AV, jedoch mit gestanztem Gehäuse, Steckdosen, Netzkabel, NF-Buchse, Knöpfen usw.
Bausatz LO 96 **DM 65,—** Fertiggerät LO 96 **DM 96,50**

LIGHT 2000
Das Lichtsteuergerät Light 2000, das Gerät der Superlative. Das 4-kanalige Gerät hat eine garantierte Ausgangsleistung von je 2000 Watt. Dieses ist konzipiert für extremsten Dauerbetrieb in Discotheken, bei Kapellen, und natürlich auch für den privaten Gebrauch, ein Lichtsteuergerät, das keine Wünsche offen läßt. Auf Lebensdauer und Störanfälligkeit wurde bei der Entwicklung strengstens geachtet.
Das Gerät Light 2000 hat folgende Betriebsvariationen:
a) analoge Lichtorgel (frequenzselektiv)
b) 4-Kanal-Digitallichtorgel
c) 4-Kanallauflicht
d) 4-Kanallauflicht invertierbar (Lampen werden nacheinander dunkel)
e) 4-Kanallauflicht normal und ivertiert im gleichzeitigen Betrieb.
f) sämtliche 4 Kanäle können bei den oben aufgeführten Betriebsarten gedimmert werden.

Die Funktionen a-e werden mit dem Tastensatz umgeschaltet. Die Lichtorgel besteht aus der Grundplatine, auf die sämtliche Bauguppen a-e aufgesteckt werden. Die Verbindungen werden mit hochwertigen AMP-Steckverbinder hergestellt. Das Gerät wird am Lautsprecher angeschlossen, hat am Eingang einen Operationsverstärker mit Automatik bei schwankender Lautstärke. Die 3 Regler gehören zum einstellen der Eingangsempfindlichkeit, Lauflichtgeschwindigkeit und Dimmer.
Das Light 2000 arbeitet mit Nullpunktsteuerung, dadurch entfallen die Anstieg- und Abfallflanken bei der Triacansteuerung. Somit ist ein vollkommen störungsfreier Betrieb moglich. Jegliche Arten von Funkenentstörung entfällt hiermit. Das Netzteil ist stabilisiert und sämtliche Bauteile inkl. dem Netztrafo befinden sich auf der Platine.

Schwarzlicht
Lampe, 220 V~, 75 W Fassung E27 normal, kein Vorschaltgerat erforderlich . . . . . DM 3,88
Ab DM 8,85

Comptalux color, Reflektorlampe, Preßglaskolben, verspiegelt, 100 W, Sockel E27, in den Farben Rot, Gelb, Grün, Blau . . . . . DM 9,90
ab 10 St., farbig à DM 8,95

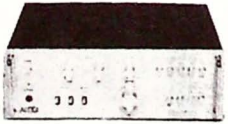
Große farbige Reflektorlampe, 40 W, E 27-Fassung in den Farben: Rot/Blau/Grün/Gelb/Violett u. Weiß . . DM 5,95
ab 10 Stück . . . . . à DM 4,95

AFS-Strahlerfassung, allseitig schwenkbar, Fassung Alu, Fuß Kunststoff, für Decken- oder Wandmontage DM 9,95
E 27 . . . . . ab 10 Stück à DM 8,95

LOB 18 3-Kanallichtorgel, frequenzselektiv, 4 Regler (3 Kanalregler, 1 Volumenregler), Sicherung mit Achsen und Knöpfen. Die Lichtorgel hat den spezial Übertrager und spricht dadurch auf sehr kleine Lautstärken an. Leistung 3 x 1000 W, Platine 18 x 4 cm.

Bausatz LOB 18 . . . . . DM 17,20

Bausatz LOB 18 mit Gehäuse . . . . . DM 22,50
Fertiggerät im Gehäuse . . . . . DM 24,95



BF 378 160 Watt Studio-HiFi-Verstärker
Ausgangsleistung: 2x 50 W sinus 2x 80 W Musik
Frequenzgang: 15 Hz - 3000 Hz
Klirrfaktor: kleine 0,2%

Eingänge: 4 Stck. Phono mag, Tuner 2 x Aux.
Ein Spitzenprodukt, das in Europa hergestellt wird. Der Verstärker ist mit deutschen Halbleitern bestückt. Endstufen 4x 2N3055.
4 Lautsprecheranschlüsse, Muting 20 dB-Schalter, tape-Monitorschalter, Rumpel- und Rauschfilter und einen Loudnessfilter zur Klangverbesserung bei Leisestellung des Lautstärkereglers.
Der Verstärker hat eine Alu-eloxierte Frontplatte in Einschubtechnik, ist jedoch auch als Standmodell benützbar, da er Gummifüße hat. Kopfhöreranschluß und Netzschalter an der Frontplatte.
Ein Superverstärker zum Spitzenpreis, 1 Jahr Garantie
DM 369,50

Netzgerät 723 ein stufenlos regelbares Netzteil mit einer Ausgangsspannung 4-28 V, max 3 A. Die Regelung erfolgt durch das Spannungsregler IC µA 723 mit nachgeschaltetem Leistungstransistor 2N 3055. Die Strombegrenzung ist auf 2 A eingestellt, kann jedoch durch Einsetzen eines anderen Widerstandswertes verändert werden. Eingangswechselspannung kann 22-30 V betragen. Platine 11,4 x 8 cm.

Bausatz 723 . . . . . 24,—
Netztrafo 202 (max. 2A) 14,95
Netztrafo 205 (max. 3A) 22,50

Elektronisches Lesley, Bausatz . . . . . DM 23,95
Funkschalter zur drahtlosen Fernsteuerung, ca. 80 m Reichweite, 220-V-Netzteil eingebaut, mit Sender, kpl. . . . . DM 89,50
Transistorzündung, 12 V, für Pkw samtlicher Fabrikate, Bausatz . . . . . DM 27,50

MPX 4000 in Stereoausführung. Ein 4-Kanalmischpult mit 2 Magneteingängen, 1 Tonbandeingang und 1 Mikrofoneingang mit Höhen-Tiefenregelung zur optimalen Anpassung der Mikrofone und der Stimme. Die 2 Magneteingänge schalten automatisch auf Kristalleingang um bei Anschluß eines Kristallplattenspielers. Auf der Platine befindet sich ein eingebautes Netzteil. Bestückung: 8IC. Frequenzgang: 10Hz-28KHZ. Klirrfaktor kleiner 0,15%.
Eingange: 2x Magneteingang 2mV- 200mV.
1x Mikrofoneingang 2mV - 20mV.
1x Tonbandeingang 200mV.
Die Hohen-Tiefenregelung des Mikrofoneinganges beträgt + 18 dB. Das MPX 4000 kann als einbau- oder als Standgerät Verwendung finden.
Bausatz MPX 4000 . . . . . DM 49,95

DISCO-LICHTORGEL 10, 3-Kanal-Lichtorgel, Baugruppe LOB 3/1000 AV, jedoch mit Schieberegler, mit Pultgehäuse, das komplett gestanzt und beschriftet ist, 3 Schukosteckdosen an der Rückseite, 3adriges Netzkabel. Gehäuse 215 x 130 x 75.
Bausatz DISCO-LICHTORGEL . . . . . DM 77,85
Fertiggerät Disco 10 . . . . . DM 128,—

Kojak-Horn
Elektronische Sirene im Druckkammerlautsprecher mit kraftvollen auf- und abschwellendem Tonintervall. Durch besonders starke Endstufe wird ein Schalldruck von 95 Phon/1m erreicht.
Frequenz 500-2000 Hz, Signaldauer 0,7 sek. pro Impuls. Maße: 130 mm ø, Länge 170 mm,
Spannung 12 V DC, Wetterfeste Ausführung durch Spezialschutzfilm. 29,95

Bestückung: 22 IC, 10 Transistoren, 4 Triacs, usw. Platine 28 x 14 cm (Grundplatine).

Bausatz LIGHT 2000 komplett . . . . . DM 249,—
Fertigbaustein LIGHT 2000 . . . . . DM 298,—

Platinensatz (5-teilig) mit 13-seitiger Beschreibung und Oszillogrammen . . . . . DM 38,—

Passendes Gehäuse komplett gelocht und mit beschrifteter Frontplatte . . . . . DM 98,95

LIGHT 2000 betriebsbereit im Gehäuse mit eingebauten Steckdosen . . . . . DM 598,—

Audioskop, ein Gerät, das NF-Signale vom Radio, Tonband usw. auf dem Fernsehbildschirm sichtbar macht. Anschluß an der Antennenbuchse. Kein Eingriff am FS-Gerät.
Bausatz Audioskop . . . . . DM 14,20
Gehäuse . . . . . DM 5,90

Elektorglocke, 8 verschiedene Töne, Bausatz . DM 29,95
Passendes Gehäuse . . . . . DM 9,50

Lichtschranke mit Relais, 1200 W belastbar, Bs. DM 11,50
Elektron. Würfel, mit roten LED-Anzeigen, Bs . DM 9,80
Passendes Gehäuse für Würfel . . . . . DM 5,20

3fach-Sirene, auf- u. abschwellender Sirenenton, Impulston, Dauerton, mit Endstufe, Bausatz . . . . . DM 12,95

Elektronischer Nachhall, in jedes Gerät einbaubar, f. Stereo- u. Monogeräte, Hall regelbar, Bausatz . DM 23,95
Hallspirale RE-4 DM 15,— Hallspirale RE-8 . . DM 11,50

LD 42, 4-Kanal-Digitallichtorgel mit Selbststeuerung, Pauselicht, 3 Regler für Empfindlichkeit, Lauflichtgeschwindigkeit und Umschaltung Digit-Dualauflicht. Bei Mittelstellung ergibt sich die Variante: Lauflicht mit Musikansteuerung. Triacsteuerung, pro Kanal 1000 W Spitze belastbar, mit Netzteil, Knöpfen, usw.
Bausatz LO 42, 4-Kanal . . . . . DM 76,—
Fertigbaustein LO 42 . . . . . DM 89,—
Passendes Gehäuse . . . . . DM 9,50
Fertiggerät LO 42 . . . . . DM 169,—

SCHUBERTH electronic
8660 Münchberg
Postfach 260 · Tel. 09251/6393
Bitte Kostenlos Katalog 78 anfordern!
Wiederverkäufer bitte Handliste anfordern!

HECK-ELECTRONICS

Aus P.E.-Heft 1:
FBI-Sirene kpl.Bauteile. incl. Lautsp..DM 13,10
P.E.-Platine SI-a . . . . . DM 4,35
Elektro-Toto-Würfel kpl. Bauteiles.mGeh..19,90
P.E.-Platine DS-a . . . . . DM 6,60
Frontplatte gebohrt und bedruckt . .DM 13,30
Transitest kpl.Bauteiles. m.Gehäuse .DM 16,50
P.E.-Platine TT-a . . . . . DM 6,75
Frontplatte gebohrt und bedruckt . .DM 13,90

Aus P.E.-Heft 2:
Carbophon kpl.Bauteilsatz. . . . . .DM 23,90
P.E.-Platine CF-a . . . . . DM 6,30
Gehäuse . . . . . DM 5,50
Spannungsquelle kpl.Bauteiles.m.T. .DM 37,50
P.E.-Platine GV-a . . . . . .DM 11,60
Frontplatte gebohrt und bedruckt . .DM 17,80
Gehäuse TEKO P 3 . . . . . DM 5,90
TESTY kpl.Bauteiles.m.Gehäuse. . . . DM 7,70
Frontplatte gebohrt und bedruckt . .DM 13,50

Aus P.E.-Heft 3:
Die totale Uhr kpl. Bauteilesatz . . . .DM 85,50
P.E.-Platine DK-a+b. . . . . .DM 19,60
Gehäuse TEKO 333. . . . . .DM 10,50
50-Watt-Verstärker in Modultechn. 1 Kanal incl. Stereonetzteil . . . . . .DM 106,50
P.E.-Platine PA-a . . . . . .DM 10,95
Bauteile f.d. 2. Kanal(Stereo) . . . . .DM 57,00
Frontplatte geb. u. beschrift.(pos.o.neg.)11,15
Die Kassette im Auto kpl. Bauteilesatz mit Gehäuse und Platine . . . . . .DM 10,10

Aus P.E.-Heft 4:
Codeschloß kpl.Bauteilesatz . . . . . .DM 21,60
P.E.-Platine ES-a . . . . . DM 7,15
LED-VU-Meter (Modultechnik) kpl. Bauteilesatz je Kanal . . . . . .DM 23,50
P.E.-Platine VU-a . . . . . DM 9,35
Frontplatte geb.u.beschrift.(pos.o.neg)11,65
MIKRO -2 (Signalhorn) kpl.Bauteiles.DM11,89
P.E.-MIKRO Hauptplatine MI-a . . . . DM 8,50
P.E.-MIKRO Trimmerplatine MI-b . . DM 4,95
MIKRO-1(Blinker) Baut. m.Platine . .DM 13,40

Neu aus P.E.-Heft 4 und 5/78.NEU NEU
SNOBBY-Geräuschschalter
Bauteilesatz Hauptprint mit Mikro . .DM 28,70
Platine Snobby-a . . . . . DM 9,90
Bauteilesatz Netzteilprint . . . . . .DM 39,80
Platine Snobby-b . . . . . DM 9,80
Bauteilesatz Steuerprint . . . . . .DM 29,90
Platine Snobby-c . . . . . DM 9,70

Aus P.E.-Heft 5:
Tremolo kpl.Bauteilesatz. . . . . .DM 42,40
P.E.-Platine TR-a . . . . . .DM 13,85
Frontplatte geb.u.beschrift.(pos.o.neg.)15,35
je 14 Lötstifte u.Steckhülsen,5 IC-Fass.4,48
Minimix kpl. Bauteilesatz . . . . . .DM 38,80
P.E.-Platine MM-a . . . . . DM 12,90
Gehäuse TEKO 334. . . . . .DM 13,10
PUFFI kompl.Bauteilesatz. . . . . DM 3,70
P.E.-Platine BU-a . . . . . DM 6,40
Gehäuse ALU ausreichend f.2.Platinen. . . 3,55

Aus P.E.-Heft 6:
Signal-Tracer kpl. m. Knöpfen und Fassungen, Bauteilesatz . . . . . .DM 24,90
P.E.-Platine SV-a . . . . . .DM 13,95
Frontplatte gebohrt und bedruckt . .DM 22,90
Gehäuse TEKO P/4 . . . . . .DM 11,00
TV-Tonkoppler kpl.Bauteilesatz . . .DM 20,90
P.E.-Platine TV-a . . . . . DM 12,55
Gehäuse TEKO 333. . . . . .DM 10,50
LESLIE (Modultechnik) Bauteiles. . . DM 2,90
P.E.-Platine TR-b . . . . . DM 6,35
Frontplatte geb.u.beschrift.(pos.o.neg.)9,00

Aus P.E.-Heft 7:
Basisbreite-Einstellung kpl. Bauteilesatz lt. Stückliste,m.Zubehör. . . . . .DM 19,40
P.E.-Platine BB-a . . . . . DM 9,10
Frontpl.pos.o.neg. . . . . .DM 12,85
TTL-Trainer Bauteiles.m Kabel . . . .DM 51,90
P.E.-Platine DT-a . . . . . .DM 29,00
Gehäuse P/4 . . . . . .DM 11,00
MIKRO-4 (Flip-Flop) Bauteiles.kpl.. . DM 6,90
P.E.-MIKRO-4 Hauptprint MI-a. . . . DM 8,50

Aus P.E.-Heft 8:
Superspannungsquelle kpl. Bauteilesatz lt. Stückliste m.Instr.,Knöpfen usw. . . .DM 113,70
P.E.-Platine SSQ. . . . . .DM 13,10
Gehäuse SSQ m.Kühlkörper;Rückw. .DM 39,80
Mini-Uhr m.Maxi-Display,Bauteiles. .DM 38,90
P.E.-Platine DK-c/d. . . . . .DM 10,95
Spez.Uhrengehäuse m.Plexi-Scheibe . DM 5,75
Loudness-Filter kpl Bauteiles. . . . . .DM 13,80
P.E.-Platine FV-a . . . . . DM 9,70
Frontpl.pos.o.neg. . . . . .DM 11,00
Gehäuse m.Gleitmutterkanälen f. P.E.-Moduls. Größe 300..DM 49,60/Größe 500 DDM64,90

Neuheiten aus dieser Ausgabe finden Sie auf Seite 57

5012 Bedburg
Morkenerstr. 20 · Tel. 02272 · 3294

Aus P.E.-Heft 1/78:

Sinusgenerator (Modul) kpl.Bauteiles. DM27,50
P.E.-Platine SG-a . . . . . .DM 14,10
Frontplatte FN-SG-a . . . . . .DM 17,30
n-Kanal-Lichtorgel Hauptprint Bautelesortim.
kpl.It.Stuckliste . . . . . .DM 20,80
je Kanal It. Stückliste . . . . . .DM 12,50
P.E.-Basisplatine LO-c . . . . . DM 8,30
P.E.-Kanalplatine LO-d. . . . . DM 5,00
Grundausst. Plat.1×LO-c:3×LO-d. . .DM 19,00
Lichtdimmer Bauteiles.kpl.It.Stückl. .DM 21,90
P.E.-Platine LD-a . . . . . DM 6,80
Gehäuse TEKO 3/B. . . . . DM 3,90

Aus P.E.-Heft 2/78:

Rauschfilter i.Modultechnik Bauteiles. DM14,90
P.E.-Platine RF-a . . . . . DM 8,90
P.E.-Frontplatte pos.o.neg. . . . . .DM 11,60
Goliath-Display Bauteile It.Stückl. . .DM 17,70
P.E.-Platine UD-a/b. . . . . .DM 10,10
Pausenkanal für n-Kanal-Lichto. Baut..DM11,50
P.E.-Platine LO-e . . . . . DM 5,00

Aus P.E.-Heft 3/78:

Spannungslupe Bauteile It.Stückl. . . .DM 16,30
P.E.-Platine SL-a . . . . . DM 5,25
Gehäuse TEKO p/2. . . . . DM 4,40
Rechteckzusatz z.Sinusgenerator Baut.DM 16,90
P.E.-Platine SW-a . . . . . DM 7,80
P.E.-Frontplatte FN-SW-a . . . . . DM 9,15
Goliath-Stromversorgung Baut.m.TrafoDM47,90
P.E.-Platine GV-e . . . . . .DM 13,90

Aus P.E.-Heft 4/78:

Hall i.Modultechnik It.Stückl.m.OPA. DM36,90
P.E.-Platine RV-a . . . . . DM 8,90
P.E.-Frontplatte pos.o.neg. . . . . .DM 12,85
O.P.A. Operationsverstärker Bauteiles. .DM8,90
P.E.-Platine OP-a . . . . . DM 5,35
LOGIC-PROBE Baut. It.Stuckl. . . . DM 8,50
P.E.-Platine LT-a . . . . . DM 5,05

Aus P.E.-Heft 5/78:

Peace-Maker It Stuckliste. . . . . .DM 13,90
P.E.-Platine PM-a . . . . . DM 5,90
Gehäuse . . . . . DM 4,40
Digitalmeter i.Modultechnik Bauteiles. .DM79,90
P.E.-Platine DM-a/b. . . . . .DM 19,35
P.E.-Frontplatte FN-DM-a . . . . . .DM 19,50
DC-Vorsatz It Stuckl. . . . . .DM 12,90
Frontplatte FN-DM-b. . . . . DM 9,15

Aus P.E.-Heft 6/78:

Digital-Analog-Timer Bauteilesatz. . .DM 59,90
P.E.-Platine UT-a . . . . . .DM 18,00
P.E.-Gehäuse geb.und bedruckt . . . .DM 17,00
Sensorschalter Baut.It.Stückl. . . . . DM 14,90
P.E.-Platine TT-b . . . . . .DM 10,20
L.E.D.S. Bauteile It.Stückliste. . . . . DM 7,90
P.E.-Platine LE-a . . . . . DM 6,90

Aus P.E.-Heft 7/78:

Ohm-Meter-Vorsatz Bauteilesatz . . .DM 24,90
P.E.-Platine DM-c . . . . . DM 7,85
P.E.-Frontplatte FN-DM-c . . . . . .DM 10,20
Würfeln m.Goliath Bauteilesatz . . . .DM 14,90
P.E.-Platine UD-c . . . . . DM 6,10
Elektronisches Tauziehen Bauteiles. .DM 49,90
P.E.-Platine EG-a . . . . . DM 14,25
Gehäuse TEKO P/3. . . . . DM 5,90
Netzstecker-Stromversorgung 9V . . .DM 14,50

Aus P.E.-Heft 8/78:

Infrarot-Empfänger Bauteilesatz . . .DM 48,80
P.E.-Platine IR-b . . . . . .DM 11,80
Gehäuse Ormatu Typ BIM2003. . . . DM 5,40
Gehäuse Amtron Typ KG-6-ST . . . . DM 5,20
Infrarot-Sender Bauteilesatz. . . . . .DM 19,90
P.E.-Platine IR-a. . . . . DM 5,90
Gehäuse Typ BIm 2003 . . . . . DM 5,40
Zener-Tester Bauteilesatz . . . . . .DM 39,90
P.E.-Platine ZT-a . . . . . DM 7,70
Gehäuse TEKO 362. . . . . DM 8,75
H.E.L.P. Laborprint UP-a . . . . . .DM 22,50

Aus P.E.-Heft 9/78:

Syndiatape Bauteilesatz It. Stückl. . .DM 31,80
P.E.-Platine SY-a . . . . . .DM 14,70
Gehäuse . . . . . .DM 10,90
Schwesterblitz Bauteile It. Stückl.. . .DM 19,50
Platine FL-a . . . . . DM 4,50
Gehäuse . . . . . DM 3,35
Kontaktloses Relais Bauteiles. . . . . DM 10,80
P.E.-Platine RY-a . . . . . DM 4,90

Aus P.E.-Heft 10-11/78: Scheibenwischer-
Intervallschalter Baut.It.Stückl. . . . .DM 34,70
Platine WA-a. . . . . .DM 11,10
Gehäuse mit Montageteilen . . . . . DM 6,90
Automatikzusatz incl. Platine RB-a. .DM 16,50
Regensonde, Baut.It.Stückliste . . . .DM 11,90
Platine RB-a . . . . . DM 8,80
Gehäuse mit Montageteilen . . . . . DM 8,90
Auto-Akku-Lader Bauteile It. Stückl.. DM87,30
Platine AK-a. . . . . .DM 11,10
Metall-Gehäuse . . . . . .DM 34,90

1/80 Inhaltsverzeichnis P.E.

Nickel und Cadmium — Energiespeicher (Grundlagen) 12
Mini-Panel-Meter — Digital messen (Baubeschreibung) 13
Nebliger Nebel — Showeffekte (Informationen) 18
Frequenzweichen — Wiedergabetechnik (Grundlagen) 19
Sonnensaft — NiCd-Lader (Baubeschreibung) 24
Puzzle-Verstärker — Erfahrungsbericht (Praxis) 28
Antennenanlagen — Optimaler Empfang (Grundlagen) 32
A.S.K. — Tips für Lade-Akku (Praxis) 35
Licht-Mischpult — Walking Lights (Baubeschreibung) 36

2/80 Inhaltsverzeichnis P.E.

Alarm I — Universelle Alarmanlage (Baubeschreibung) 10
Schaltungsprinzip — Alarmanlagen (Grundlagen) 15
HF-Technik — Senden, empfangen, modulieren (Grundlagen) 16
Flüssigkeits-Kristallanzeigen — Display der Zukunft 19
Was bedeutet — Kalibrieren (elektronische Definition) 22
Messen mit Multimeter — Meßtechnik (Grundlagen) 24
Vielfachmeßgeräte — eine Marktübersicht 28
Alarm II — mit C-MOS besser? (Beschreibung) 30
Feedback — Lichtmischpult, Goliath's Sekunden 32
Lichtmisch-Pult — die AVR-Lichtorgel (Baubeschreibung) 33
Regal-Box — hoher Wirkungsgrad (Beschreibung) 38
FBI-Sirene — auch für 12 V (Baubeschreibung) 39

3/80 Inhaltsverzeichnis P.E.

Akustischer Schalter — Lärm mit Folgen (Baubeschreibung) 12
LCD-Display am TTL-Trainer — Teil 1 (Experimentalserie) 15
Durchgangstester — Mal was ganz Einfaches (Baubeschreibung) 19
Ein- und Mehrkreiser — Rundfunkempfänger-Technik (Grundlagen) 20
Meß-Service — Quecksilberzellen zum Kalibrieren (Aktion) 23
Digitoger Drehzahlmesser — Geeignet bis 7500 Upm (Baubeschreibung) . . . 24
Licht-Mischpult — Richtungswechsel/Reversebetrieb (Baubeschreibung) . . 32

6/80 Inhaltsverzeichnis P.E.

LED am Akku — Anwendung von LED in LINE (Baubeschreibung) 12
Wie entsteht das Bild? — Fernsehtechnik (Populäres Wissen) 16
10er-Roulette — Wochenendschaltung (Baubeschreibung) 18
Kurzwellenexperimente — Teil 1 20
P.E.-Commander — n-Kanal-Leitungssender (Baubeschreibung) 24
Serientitel in P.E. — Übersicht für neue Leser 29
DC-Amps — Für den modularen Meßplatz (Baubeschreibung) 30
Licht-Mischpult — „Drahtverhau" (Verkabelung) 33
Peters mathe Ecke — kleine Rechenaufgabe 37
Feedback — LED in LINE 39

7/80 Inhaltsverzeichnis P.E.

Einkaufstest — Shops unter der Lupe 7
Sensor-Commander 2000 — Leichtes Schalten (Baubeschreibung) 12
NF-Technik — Klangeinsteller (Grundlagen) 17
Anti-Schnüffel — Wochenendschaltung (Baubeschreibung) 18
LED-Skalen variabel — Punkt nach Strich (Baubeschreibung) 20
Multi-Klangeinsteller — optimaler Sound (Baubeschreibung) 24
Kurzwellenexperimente — Teil 2 29
Commander-Empfänger — warten auf Befehl (Baubeschreibung) 32
Licht-Mischpult — Alles im Kasten (Gehäusevorschlag) 36
Digital-Uhr — Variationen über Zeit (Baubeschreibung) 37
Peters mathe Ecke — kleine Rechenaufgabe 40

8/80 Inhaltsverzeichnis P.E.

Solar-Energie — ein Messebummel 10
P.E. Strobby — weiße Blitze (Baubeschreibung) 11
PPM — aus LED in Line (Baubeschreibung) 14
Antennenanlagen — richtige Dosen (Grundlagen) 19
Uworgel — Wochenendschaltung (Baubeschreibung) 22
Computer — Was ist das? (Grundlagen) 24
Feedback — Multiklangeinsteller 27

4/80 Inhaltsverzeichnis **P.E.**

HF-Prüfgenerator – NF-modulierbar (Baubeschreibung) 12
Hobby-tronic '80 – Messebericht 17
Licht-Mischpult – Kombinationsmöglichkeiten der Einheiten 18
Was bedeutet...Wellenwiderstand? – Grundlagen 20
LCD-Display am TTL-Trainer – Teil 2 (Experimentalserie 21
Frequenzzähler-Vorverstärker – 10 MHz (Baubeschreibung) 24
Summenverstärker – Anwendung im Mischpult (Baubeschreibung) 28
HF-Messen – Einführung (Grundlagen) 31
Demodulator-Tastkopf – HF-Meßtechnik (Baubeschreibung) 33
Universelle Alarmanlage – Teil 2: Notstromversorgung (Baubeschreibung) . 36
Null-Ohm-Technik – Mischpulttechnik (Grundlagen) 39

5/80 Inhaltsverzeichnis **P.E.**

LED in LINE – Grundschaltung für LED-Skalen (Baubeschreibung) 10
MOS macht Power – Neue Leistungshalbleiter (Technologie) 14
IC-Datei auf Karten – Erste Folge der P.E.-IC- und Bauelemente-Datei . . 15
Kurzwelle – Vorschriften und Frequenzen (Grundlagen) 17
Kopfhörer-Verstärker – in Stereo mit dem LM 377 (Baubeschreibung) . . 20
HighCom – das neue Rauschunterdrückungs-System (Bericht) 24
HobbyCom – HighCom als Bausatz (Bericht) 27
Zwinky – Wechselblinker für Netzbetrieb (Baubeschreibung) 28
Abschwächer – Meß-Spannungsteiler mit E12-Widerständen 32
Licht-Mischpult – Dimmer-Automatik und NF-Teil (Baubeschreibung) . . 33

9/80 Inhaltsverzeichnis **P.E.**

Mini-Ampeln – Wochenendschaltung (Baubeschreibung) 12
Computer – Spiel mit den Zahlen (Grundlagen) 14
Memo-power – die magischen Augen (Baubeschreibung) 17
Hifi-Boxen – einfach Selbermachen (Information) 22
Cosmicos – Mikroprozessor für das Hobby (Baubeschreibung) 24
Operationsverstärker – was sie können (Grundlagen) 31
Ausbildung – Startschwierigkeiten? (Information) 34
Leser-Ideen – aus 2 mach 1 (Leser-Baubeschreibng) 37
Takt-8 – keine hohe Telefonrechnung (Baubeschreibung) 38
Peters mathe Ecke – kleine Rechenaufgabe 41

10/80 Inhaltsverzeichnis **P.E.**

Super-Bandit – aus dem Spielkasino (Baubeschreibung) 14
Computer – was passiert da? (Grundlagen) 18
Checky – Wochenendschaltung (Baubeschreibung) 21
Reaktionstester – aus LED in Line (Baubeschreibung) 24
Kraftprotz – eine 4-Bit-Leistungskarte (Baubeschreibung) 29
C-Schaltungen – Platten auf Abstand (Grundlagen) 32
Cosmicos – Programmeinführung (Anwendung) 35
Leser-Ideen – besser schalten (Leser-Baubeschreibung) 37
Leser testen – Einkaufserfahrungen (Information) 39
Peters mathe Ecke – kleine Rechenaufgabe 41

INHALTSVERZEICHNIS 1976/77

A	Heft-Nr./Seite
Abisolieren (Tip 6)	6/44
Anpassung - wie geht das?	1/42
Anschlußprobleme (Postfach 1366)	3/14
Aussteuerungskontrolle in dB	4/25
B	
Basisbreite in Modultechnik	7/46
Batterietip (TIP 1)	1/24
Buchtip: Der große Heimelektroniker	1/40
Buchtip: Experimente Elektronik	3/42
C	
Carbophon	2/10
Carbophon (Postfach 1366)	6/62
Code-Schloß	4/10
COSMOS - mit Vorsicht behandeln	8/77
C's messen?	7/62
D	
Dann seh' ich mir das Ding an	6/66
Denken in High und Low (1)	7/12
Denken in High und Low (2)	8/32
E	
Elektronik per Bildschirm	3/18
Elektro-Toto-Wurfel	1/26
F	
FBI-Sirene	1/07
FBI-Sirene (Postfach 1366)	3/12
Feed Back	6/23
Feed Back	8/69
G	
Gehäusetip (TIP 3)	2/54
Gehäuse, -kleine Kunststoff (Fotoreport)	8/70
K	
Die Kassette im Auto	3/08
L	
Laßt Kohlen sprechen (Populäre Ecke)	7/35
LED-VU-Meter in Modultechnik	4/65
Leistungsverstärker mit Hybrid-ICs	3/34
Leslie in Modultechnik	6/26
Leslie (Feed Back)	6/24
Löten: Fotoreport	3/31
Loudness-Filter in Modultechnik	8/42
M	
Mikro - 0	2/39
Mikro - 1 (Blinker)	2/57
Mikro - 2 (Signalhorn)	4/18
Mikro - 3 (Elektronische Sirene)	5/29
Mikro - 4.1 (FlipFlop)	7/66
Mikro - 4.2 (FlipFlop)	8/59

	Heft-Nr./Seite
Minimix	5/36
Modul im Modul	3/43
Modulserie 1	5/61
P	
Populäre Ecke 1: Laßt Kohlen sprechen	7/35
Populäre Ecke 2: Digital-Verstärker	8/72
Populäre Wissenschaft: Energie aus Sonne und Erde	1/47
Populäre Wissenschaft: Radar verhindert Auffahrunfälle	4/55
Potentiometer (TIP 5)	5/79
Puffi	5/67
S	
Signal-Tracer, Teil 1	6/14
Signal-Tracer, Teil 2	7/72
Spannungsquelle	2/26
Spannungsquelle (Feed Back)	6/23
Superspannungsquelle	8/15
T	
Testy	2/47
Testy-Tip 1	6/82
Testy-Tip 2	6/84
Tip 1: Batterietip	1/24
Tip 3: Gehäusetip	2/54
Tip 4: Diverse	4/24
Tip 5: Potentiometer	5/79
Tip 6: Abisolieren	6/44
Transitest	1/60
Transitest (Postfach 1366)	3/16
Tremolo	5/14
TTL-Trainer	7/12
TV-Tonkoppler	6/48
U	
Uniflex	6/68
Uhr, Mini-Uhr mit Maxi-Display	8/51
Uhr, die totale	3/58
V	
Verstärker, 50 Watt in Modultechnik	3/44
Verstärker, 50 Watt im Test (Teil 1)	4/40
Verstärker, 50 Watt im Test (Teil 2)	5/33
Vielfachmeßinstrumente	4/58
W	
Wie funktioniert das? Der Transistor	1/55
Wie funktioniert das? UJT und FET	3/54
Wie funktioniert das? Thyristoren und Triacs	4/48
Wie funktioniert das? Spezielle Dioden	7/38
Würfel, Elektro-Toto	1/26
Z	
Zeit - zur Einführung	3/19

L
LE.D.S. 6/24
Leistung steuern durch Schalten 1/40
Drei LEDs im 8-Minuten-Takt. 9/28
Lichtdimmer. 1/12
Die n-Kanal-Lichtorgel 1/48
Logic Probe 4/18
Logic Probe Testbericht 4/28
Loudness-Filter (2) 2/60
Löten (Teil 1) 8/29
Löten (Teil 2) 10-11/70
Neues aus der LED-Küche 3/68

M
Messebummel 3/74
Modulgehäuse 1/25
Monitor-Verstärker 12/12
Mikro-5: Das Monoflop 2/53

N
Netzteil A 12/62
Netzteil B 12/65
Netzteil für HiFi-Modulserie 12/67
Netzspeisung - Aber sicher! 6/18
Neues aus der LED-Küche 3/68

O
OHMS 7/23
O.P.A. 4/29
O.P.A. - Testbericht. 4/40
OpAmps 1 (Wie funktioniert das?. 1/36
OpAmps 2 (Wie funktioniert das?. 2/19

P
Pausenkanal für die n-Kanal-LO. 2/44
Peace-Maker 5/37
Populäre Ecke: Abenteuer Elektronik 2/28
Postfach 1366. . . . . 2/50
Postfach 1366. . . . . 5/24
Postfach 1366. . . . . 6/23
Postfach 1366. . . . . 7/39
Postfach 1366. . . . . 9/27
Power Blink-Zentrale 12/40
PUT und MOSFET (Wie funktioniert dasß. . . 5/67

R
Rauschfilter in Modultechnik 2/14
Rauschfilter Testbericht 2/59
Rauschfilter (Teil 2) 4/68
Rechteckformer in Modultechnik. 3/37
Regensonde 10-11/60
Relais, das kontaktlose – 9/61

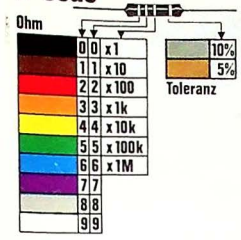
S
Schwesterblitz. 9/14
Sensoren und Sensorschalter. 6/31
Signal-Tracer (3) 1/70
7-Segment-Anzeigen 3/67
Sinusgenerator in Modultechnik. 1/19
Snobby (Teil 1) 4/63
Snobby (Teil 2) 5/44
So funktioniert das! – Kondensatoren. 6/67
7/35
8/21
9/32
10-11/27
Spezielle Widerstände (Wie funktioniert das? . 4/41
Syndiatape. 9/40

T
Tauziehen, elektronisches 7/40
Tip 7: Eine für Alle. 2/30
Tip 8: BC 107 aus der Mode? 3/34
Tip 9: Aus 1 mach 2 . . . . . 6/66
Tip 10: Netzstörungen in TTL-Schalt. . 10-11/25
TTL-Trainer: Das NAND-Gatter 1/31

V
Verstärken mit Transistoren. 12/24
Verstärker, Monitor - 12/12
Verstärker, Zwischen - 12/32

W
Wie funktioniert das? OpAmps (1) 1/36
Wie funktioniert das? OpAmps (2) 2/19
Wie funktioniert das? Spezielle Widerstände. . 4/41
Wie funktioniert das? PUT und MOSFET . . . 5/67

Z
Zener-Tester. 8/12
Zwischenverstärker 12/32



DERPE-VERLAG-GMBH ● Postfach 1366 ● 5063 Overath
Postvertriebsstück -G 4460 EX- Gebühr bezahlt